LA RIVISTA DI ELETTRONICA APPLICATA, TECNOLOGIE E PRODOTTI

FareELETTRONICA

N° 226 - APRILE 2004 - ANNO 20

€ 4,50 - Frs 9,00

HARDWARE

- INTRODUZIONE ALLE LOGICHE PROGRAMMABILI
- DATA STORAGE BOX
- PROIETTORI HID XENON PER AUTOMOBILI
- CONTROLLO DI TEMPERATURA PER PC

TUTORIAL

- PIC® MICROCONTROLLER BY EXAMPLE
- VITAMINA C
- ALLA SCOPERTA DELL'OPTOELETTRONICA: IL DIODO LED

PRATICAMENTE

- REGOLATORI DI TENSIONE INTEGRATI (ALIMENTATORE MILLEUSI)

SCUOLABUS

- ITIS "ENRICO MATTEI" ISERNIA

TECNOLOGIE SPERIMENTALI

- MISSILISTICA AMATORIALE: DATALOGGER A 5 CANALI ANALOGICI
- SPIRIT, UNA MISSIONE, UN ROBOT

ROBOMANIA

- INTRODUZIONE ALLA ROBOTICA

SCUOLABUS

DATA STORAGE BOX

COSTRUISCI UN HARD-DISK ESTERNO CON INTERFACCIA USB 2.0 DA CONNETTERE AL TUO PC

Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano.
In caso di mancato recapito, restituire all'editore che si impegna a pagare la relativa tassa presso il CPM di Roserio - Milano

ISSN 1591-2272
40226
9 771591 227008

www.farelettronica.com

editoriale

"IL VALORE DELL'INGEGNO..."

Conviene farlo o comprarlo?
Quante volte vi siete posti questa domanda? Personalmente ogni volta che mi accingo a comprare un qualsivoglia prodotto elettronico. Comprarlo già fatto è si più economico, ma dove è la soddisfazione? Farlo è si più gratificante, ma quanto mi costa in termini di tempo e denaro, poi, sono sicuro del risultato?
I dispositivi elettronici costano sempre meno e l'offerta supera largamente la domanda, quindi la risposta all'amletico dubbio sarebbe scontata: già fatto è più semplice ed economico. Ma pensiamoci un attimo, in questo caso che senso ha essere degli hobbisti? Quanto vale la soddisfazione di costruire qualcosa?
Sono sicuro che se fosse possibile reperire i componenti, molti di voi si imbarcherebbero nella realizzazione del proprio telefono cellulare, magari grande e pesante come una lavatrice, ma la soddisfazione di dire "l'ho fatto io, è frutto del mio ingegno" non ha prezzo. Il vostro ingegno non ha prezzo.
Autocostruire comporta sempre molte difficoltà, prima tra tutte il tempo libero (che spesso non è mai così libero), ma la soddisfazione di vedere ultimato ciò che hai creato con le tue mani, fa accrescere la pazienza che, unita ad una piccola dose di teoria, porta alla celebrazione di matrimoni impensabili tra sensori e microchip, tra meccanica ed elettronica, tra software ed hardware.
A dimostrazione di questo, *Enzo Brusati* ha deciso di realizzare l'hard disk USB che presentiamo in questo numero. Cosa gli impediva di comprarlo già fatto? Cosa lo ha spinto ad imbarcarsi in questa avventura?
La risposta è semplice: l'immenso piacere di imparare, di scoprire che si è capaci di fare, di mostrare a se stessi, più che agli altri, che si è risolto brillantemente un problema.
Ed è proprio in questo che Fare Elettronica esprime tutto il suo potenziale: darvi gli strumenti giusti affinché il vostro ingegno sia stimolato a creare. Tutti i nostri articoli sono volti a questo, non cibo già pronto da scaldare nel microonde, ma ingredienti base di prima qualità e ricette gustose. Al vostro ingegno il compito di creare il piatto.

Si conclude con questo numero *Introduzione alle logiche programmabili* di *Simone Bernardi* e *Spirit una missione un robot* di *Riccardo Ricci*, ma vi posso preannunciare che entrambi stanno preparando nuovi ed interessanti articoli per i prossimi numeri.
Ritornano invece, dopo una breve pausa, Eugenio Cosolo che aggiunge un nuovo tassello alla costruzione del nostro missile presentando un *Datalogger analogico a 5 canali* e *Andrea Marani* che, dopo aver messo a nudo l'utilizzo dei led nell'automobile, questo mese vi spiega come pilotare le famose lampade *HID Xenon*.
Continuano i corsi *PIC Microcontroller By Example* e *Vitamina C* di *Sergio Tanzilli*, mentre *Maurizio Del Corso* ci propone una nuova ed interessante puntata di *Praticamente* dove approfondisce l'utilizzo degli stabilizzatori di tensione, fino alla costruzione di un *alimentatore "milleusi"*.
A partire da questo numero tre nuovi autori iniziano la collaborazione con Fare Elettronica: *Andrea Perilli* che vi guiderà *alla scoperta della optoelettronica* dando ad ogni articolo un taglio teorico-pratico, *Dario Mazzeo* che vi propone un utile *controllo di temperatura per PC* (il primo di una serie di progetti interessanti) e *Massimiliano Bracci* che con *Introduzione alla robotica* vi guiderà nella comprensione di questa affascinante disciplina.

Per concludere, ringrazio tutti voi per i tanti messaggi di apprezzamento per *Scuolabus* e vi esorto a scrivere a *scuolabus@farelettronica.com* se volete che il vostro istituto venga presentato in questa rubrica. Questo mese *Scuolabus* fa tappa ad *Isernia* per visitare l'*ITIS "Enrico Mattei"*.

Come al solito concludo questo mio intervento mensile augurarvi una piacevole lettura e rinnovandovi l'appuntamento al prossimo numero in edicola a Maggio.

Tiziano Galizia
t.galizia@farelettronica.com

FareELETTRONICA www.farelettronica.com

DIRETTORE RESPONSABILE:
GianCarmelo Moroni

DIRETTORE DI REDAZIONE:
Tiziano Galizia (t.galizia@farelettronica.com)

PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE:
Graficonsult - Milano (info@graficonsult.com)

HANNO COLLABORATO:
Sergio Tanzilli, Maurizio Del Corso, Simone Bernardi, Riccardo Ricci, Enzo Brusati, Eugenio Cosolo, Esteban Mascarella, Andrea Marani, Andrea Perilli, Dario Mazzeo, Massimiliano Bracci,

DIREZIONE - REDAZIONE - PUBBLICITÁ
INWARE srl
Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504794 - 02.66504755 - Fax 02.66508225
info@inware.it - www.inwaredizioni.it

STAMPA:
ROTO 2000
Via Leonardo da Vinci, 18/20 - 20080 Casarile (MI)

DISTRIBUZIONE:
Parrini & C. S.p.a.
Viale Forlanini, 23 - 20134 Milano.
Il periodico Fare Elettronica è in attesa del numero di iscrizione al ROC

UFFICIO ABBONAMENTI
PARRINI & C. S.p.a. Servizio abbonamenti
Viale Forlanini, 23 - 20134 Milano
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
Telefono: 02.66504794 - Fax: 02.66508225
Email: abbonamenti@farelettronica.com

Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano
Abbonamento per l'Italia: € 39,00
Abbonamento per l'estero: € 99,00
Per la sottoscrizione degli abbonamenti, utilizzare il modulo stampato in ultima pagina.
Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, al seguente costo:
Numero singolo: € 7,50
Numero doppio: € 9,00

Autorizzazione alla pubblicazione del Tribunale di Milano n. 647 del 17/11/2003 INWARE srl.

Richieste di assistenza

Per richiedere assistenza o chiarimenti sugli articoli pubblicati, vi preghiamo di contattare l'autore, il cui nome ed indirizzo email è sempre riportato sotto il titolo dell'articolo stesso.
Nel caso ciò non fosse possibile potete scrivere a mailbox@farelettronica.com, ricordandovi di specificare il numero della rivista ed il titolo dell'articolo per il quale chiedete chiarimenti, oltre al vostro nome, cognome ed indirizzo email. Tutte le richieste con informazioni insufficienti o anonime non saranno prese in considerazione.

Collaborare con Fare Elettronica

La redazione di Fare Elettronica è alla ricerca di collaboratori per la stesura di articoli, progetti, tutorials, rubriche e libri.
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate a Tiziano Galizia (t.galizia@farelettronica.com) e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.

Come contattarci

Indirizzo email della Redazione:
redazione@farelettronica.com
Indirizzo email dell'Ufficio Abbonamenti:
abbonamenti@farelettronica.com
I nostri numeri telefonici:
Telefono 02.66504794 Fax 02.66508225
Il nostro indirizzo postale:
INWARE Edizioni
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)

Elenco inserzionisti

SOMMARIO

hardware

praticamente

scuolabus

tutorial

tecnologie sperimentali

robomania

rubriche

Dubbi, perplessità, malfunzionamenti, opinioni, commenti o richieste?

Inviateli a: ***mailbox@farelettronica.com***

Oppure scriveta a:
Mailbox - Redazione di Fare Elettronica
Inware Edizioni
Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)

Le lettere più interessanti saranno pubblicate in queste pagine.
Per quanto possibile, inoltre, cercheremo di dare una risposta privata a chiunque ci scriverà via email.

D AMPLIFICATORE TV

Cara Redazione, posseggo il modulo ibrido Aurel Mav-VHF 224 e vorrei amplificarne l'uscita RF per migliorare le prestazioni in termini di distanza.
Come posso fare, senza usare un altro ibrido?

Simone Berchielli

R Sul numero 215 (maggio 2003) di Fare Elettronica a pagina74, è stato pubblicato il progetto di un amplificatore TV per il canale H2 da 600 mW, esplicitamente studiato per essere interfacciato con i moduli Aurel.
In figura 1 è riportato lo schema elettrico, ma consigliamo di leggere l'articolo per le informazioni sulla realizzazione e la taratura, in quanto operazioni un po' delicate.

Figura 1: *Schema dell'amplificatore TV per canale H2*

D CONNESSIONE S-VIDEO/SCART

Spettabile Redazione, vorrei collegare l'uscita S-Video e l'audio del mio portatile alla presa Scart della TV, per poter vedere i miei filmati sulla televisione.
Avete uno schema adatto alle mie esigenze? Grazie per la vostra attenzione.

Luca Bonfà

R L'uscita S-Video presente sui PC portatili, ma anche sulla maggior parte delle schede video più recenti, si compone di due segnali: Intensità o Luminanza (Y), Colore o Crominanza (C) e relativi conduttori di massa.

Figura 2: *Connessioni della presa SCART*

Questi segnali possono essere direttamente connessi ai relativi pin della presa Scart come mostrato nello schema di figura 2.

Il condensatore da 470 pF può essere inserito direttamente nell'involucro del connettore maschio Mini-Din a 4 poli, utilizzato per la connessione con il PC.
Per l'audio consigliamo l'utilizzo di un jack stereo in modo da inserirlo direttamente nella presa cuffie del PC.
In alcuni modelli di portatili, l'uscita S-Video fa capo ad un connettore Mini-Din a 7 poli anziché 4. Anche in questo caso lo schema proposto è ancora valido in quanto il connettore a 4 poli può essere inserito nella presa a 7 poli senza alcuna modifica.

D RIUTILIZZO DI CARICABATTERIE

Sono un hobbista alle prime armi con tutt'altra formazione scolastica (informatico), il mio interesse verte soprattutto sull'utilizzo dei PIC applicati alla robotica ed ho seguito con interesse i vostri. ultimi articoli sull'argomento.
La mia domanda: avendo a disposizione diversi carica batterie di vecchi telefonini (distrutti), questi possono essere utilizzati come normali alimentatori per apparecchiature elettroniche?
Infine, quale'è la differenza tra alimentatore e carica batterie? Grazie!

Gaetano Stella

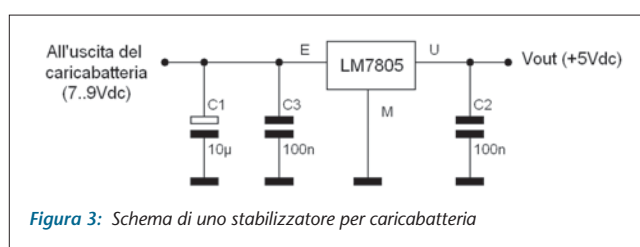
R Chiariamo innanzitutto la differenza tra un alimentatore ed un caricabatterie.
Un alimentatore è un circuito in grado di fornire, in uscita, una tensione costante indipendentemente dalla corrente richiesta dal carico. In realtà questa indipendenza è solamente teorica in quanto la corrente di uscita è comunque limitata e, se il carico assorbe corrente oltre tale limite, la tensione di uscita diminuisce.

Normalmente per evitare il danneggiamento dei dispositivi, gli alimentatori sono equipaggiati da sistemi di protezione contro i corto-circuiti ed i sovraccarichi.
Gli alimentatori possono essere costruiti con tecnologia tradizionale (impiegando un trasformatore ed una serie di transistori con la funzione di stabilizzare la tensione e fornire in uscita la corrente richiesta) o in tecnologia "switching" in cui i transistori vengono utilizzati come interruttori per generare onde quadre, che verranno applicate ad un elemento con la funzione di "volano", il quale, a sua volta, le trasformerà in una tensione continua.
La tecnologia switching consente di sfruttare al massimo i transistori (che restano in conduzione per intervalli di tempo limitati) e di utilizzare trasformatori meno ingombranti.
Per ricaricare una batteria, si deve far scorrere in essa una corrente (corrente di carica) che può essere costante, oppure molto grande nella fase iniziale e via via minore man mano che la batteria si carica.

Risulta dunque evidente che un caricabatteria non è altro che un alimentatore con qualcosa in più: il controllo della corrente di uscita.

I caricatori più recenti sono tutti in tecnologia switching per cui possono erogare correnti di una certa entità, mantenendo dimensioni ridotte e limitando il surriscaldamento.
Con opportune attenzioni è dunque possibile utilizzare i tuoi vecchi caricabatteria come alimentatori.

Poiché i tuoi circuiti avranno bisogno di una tensione stabile, è opportuno utilizzare regolatori integrati (tipo il 7805) connessi al caricabatteria, come mostrato in figura 3.

Figura 3: Schema di uno stabilizzatore per caricabatteria

Benché tali regolatori siano in grado di erogare correnti fino ad 1 A, si deve fare attenzione a non richiedere al nostro caricabatteria una corrente superiore a quella che è in grado di erogare (che normalmente è indicata sull'etichetta).

Per quanto riguarda i regolatori integrati, la rimandiamo alla rubrica "Praticamente" che, questo mese, analizza in dettaglio le caratteristiche e l'uso dei regolatori della serie 78xx, 79xx ed LM317.

NEWS 413

*Questo spazio è gentilmente offerto da **EONews**, il Quindicinale di notizie e commenti per l'industria elettronica di **VNU Business Publications Italia**.*

IDEE DI PROGETTO: LA NUOVA INIZIATIVA SUL WEB DI ELETTRONICA OGGI

"Idee di progetto – Design Ideas" è la nuova rubrica di Elettronica Oggi che è stata lanciata dal mese di Settembre 2003. Caratteristica saliente di questa nuova iniziativa è che sarà completamente ed esclusivamente on line ed accessibile dal sito www.ilb2b.it.
L'obbiettivo principale è creare una vera e propria libreria di idee alla quale tutti coloro che operano in maniera professionale nel mondo dell'elettronica possano "catturare" informazioni e suggerimenti utili per il loro lavoro quotidiano. Questo nuovo strumento vi permette di scaricare, con un solo click, tutte le risorse necessarie per risolvere velocemente qualsiasi problema e, in ultima analisi, minimizzare il time to market.

CONVERTITORI A/D

Le famiglie di convertitori A/D da 12 e 10 bit Max1226-Max1231 e Max1026-Max1031 di Maxim Integrated Products (Esco Italiana) possono gestire 8, 12, 16 ingressi analogici sbilanciati o 4, 6, 8 ingressi analogici bilanciati. Questi dispositivi, grazie alla Fifo integrata, la possibilità di scandire i canali d'ingresso, il generatore di clock interno e la possibilità d'eseguire una media sui campioni del segnale convertito, riducono i requisiti di I/O del microprocessore utilizzato congiuntamente. L'integrazione del sensore di temperatura con accuratezza di +/-1 grado C, che fornisce l'informazione della temperatura locale, elimina la necessità di un sensore esterno.
Come risultato si ha una riduzione di costo e spazio su scheda.

readerservice.it 413 - 51

DIODI LASER

Zarlink Semiconductor (Unique-Memec) ha proposto nuovi diodi laser Fabry-Perot a lunghezza d'onda lunga (bande 1300 o 1500 nm) che offrono i massimi livelli di personalizzazione. Tradizionalmente impiegata in applicazioni di telecomunicazione, la famiglia Zl 60401 di diodi laser può essere facilmente personalizzata per utilizzi in una vasta gamma di apparecchiature, fra cui sistemi di riconoscimento grafico e di sorveglianza, trasmissioni di videoproiettori e sistemi di misura industriali. Funziona da -40 a +85 gradi C, con pin-out accoppiabile facilmente secondo le esigenze dei clienti. Le opzioni di package comprendono Sc, St e prese Fc di standard industriale, oltre a diverse opzioni pigtail.

readerservice.it 413 - 53

PANEL PC

Sviluppato e prodotto da Icp Electronics (Contradata), il panel Pc Srpc-5050A è provvisto di schermo Lcd da 15 pollici ad altissima luminosità leggibile in piena luce solare. Sette volte più numerosa dei normali Panel Pc in commercio, con i suoi 1750 nits (cd/m2) la serie Srpc è ideale per le applicazioni all'aria aperta. Grazie alla funzione di auto-dimming, non è necessario regolare manualmente la luminosità dello schermo in caso di variazione delle condizioni di illuminazione ambientale. L'idoneità della serie Srpc agli ambienti industriali è garantita dal frontale in alluminio conforme ai requisiti Nema/Ip65, che assicura la tenuta stagna all'acqua e alla polvere. Il sistema può essere espanso con qualsiasi scheda Pci/Isa half-size.

readerservice.it 413 - 54

PROCESSORE PER SISTEMI RECORDER

Il processore per sistemi disco fisso/Dvd recorder DiMeNsion 8652 (Dmn-8652) di Lsi Logic è un dispositivo su singolo chip a elevate prestazioni di seconda generazione basato sulla comprovata architettura DoMiNo. È stato progettato per consentire ai produtori di offrire modelli di recorder combinati rispondendo ai requisiti di prestazioni e di progettazione necessari per favorire lo sviluppo delle caratteristiche sempre più richieste di Dvr e Dvd recorder.

readerservice.it 413 - 55

SISTEMA DI VISIONE

National Instruments ha annunciato Ni Cvs-1455 Compact Vision System che, rispetto alla precedente versione Ni Cvs-1454, raddoppia la potenza di elaborazione e quadruplica la capacità della memoria, consentendo di aumentare in modo considerevole la produttività delle applicazioni di visio-

ne artificiale.
Dispone di un processore dalle elevate prestazioni, memoria non volatile e tre porte Ieee 1394 (FireWire) che lo rendono uno strumento efficace per gestire qualsiasi compito di ispezione, da precisi comandi di assemblaggio a operazioni di ispezione del packaging ad alta velocità.
Con la possibilità di eseguire 1.436 Mips, accelera l'ispezione visiva e permette di realizzare applicazioni con più videocamere senza dover ricorrere per questo a unità di elaborazione separate.

readerservice.it 413 - 56

TRANSCEIVER QUADRUPLO

Espressamente studiato per l'impiego in interconnessioni di tipo backplane operanti a elevata velocità che collegano le schede di linea e le schede di rete in applicazioni quali networking, storage e sistemi di elaborazione, il nuovo transceiver SerDes Scan50C400 a quattro canali operante a 5 Gbps di National Semiconductor può essere utilizzato sui backplane Fr-4 esistenti progettati originariamente per supportare velocità di 1,25 e 2,5 Gbps.
L'I/O seriale di tipo Cml del dispositivo è in grado di gestire diverse velocità di trasferimento dati (1,25, 2,5 o 5 Gbps) su un backplane a circuito stampato. In definitiva, è in grado di garantire un throughut totale pari a 40 Gbps.

readerservice.it 413 - 57

MODULI SVGA

Toshiba ha ulteriormente esteso la famiglia di Lcd Tft a matrice attiva con due modelli Svga a colori da 31 cm (Ltd121C30S, Ltd121C31S), che combinano un'elevata luminosità e un ampio angolo visivo con un sistema di retro-illuminazione incorporato di lunga durata. I nuovi display rappresentano una soluzione molto efficiente in termini di spazio, grazie al loro basso profilo, che dimostra di soddisfare i requisiti di una vasta gamma di applicazioni. Offrono una risoluzione pari a 800 x 600 pixel (Svga) e un'area di visualizzazione attiva di 246,0 x 184,5 mm in unità aventi un profilo

compatto di dimensioni di soli 278,3 x 209,9 x 11,0 mm, con valori di luminosità rispettivamente pari a 350 e 250 cd/m2 e rapporti tipici di contrasto di 500:1 e 350:1.

readerservice.it 413 - 58

SUITE DI STRUMENTI SOFTWARE

Cypress Semiconductor ha reso nota la disponibilità, a titolo gratuito per i propri clienti, di una suite di strumenti software esplicitamente concepita per semplificare lo sviluppo di periferiche Usb 2.0. La nuova Usb MicroStudio 1.0 comprende un device driver Usb 2.0 di tipo general purpose, una console di controllo Usb, un'interfaccia Api, strumenti per la configurazione del dispositivo e un set completo di documentazione.

readerservice.it 413 - 59

RELÈ DI POTENZA BIPOLARE

Plch di Tyco Electronics (Tyco Electronics Amp Italia) è un relè di potenza bipolare da 10 A, marchio Oeg, disponibile in tre versioni: da innesto su zoccolo, da circuito stampato e con alette di fissaggio. I terminali faston assicurano un collegamento senza saldatura rapido e facile. Tra le applicazioni tipiche vi sono i quadri elettrici, gli elettrodomestici e altre applicazioni di potenza in cui il requisito economico è predominante. È in grado di sostenere una vita meccanica superiore a 10 milioni di cicli, pesa solo 32 g e funziona a una temperatura compresa tra -10 e 55 gradi C; è conforme alla classe di infiammabilità Ul 94 V-0.

readerservice.it 413 - 60

REGOLATORE MICROPOWER

Lt3023 è la sigla di un doppio regolatore micropower a rumore e dropout bassi, da 100 mA, reso disponibile da Linear Technology (Silverstar Celdis). Funziona con un intervallo di tensioni di ingresso da 1,8 a 20 V, fornendo due uscite 100 mA a tensioni di 1,22 V. Può alloggiare sorgenti a partire da celle singole ioni-litio o multicelle alcaline/Nmh, come anche terminali fissi a maggiore tensione. Con un condensatore bypass da 0,01 microF, il rumore di uscita è di 20 microVrms su una larghezza di banda da 10 Hz a 100 kHz. Progettato per usi in sistemi alimentati a batterie, la corrente di riposo di 20 microA/canale lo rende perfetto per massimizzare tempi di esecuzione. La corrente di riposo in modalità shutdown è meno di 1 microA/canale e due pin di shutdown consentono controlli indipendenti. La tensione di dropout è di soli 300 mV (a 100 mA).

readerservice.it 413 - 63

FILTRI PASSA BASSO

Tra le novità proposte da Frequency Devices (All Data) vanno segnalate le serie: D100B, famiglia di filtri passa banda a 2 poli; Db100L, famiglia di filtri passa basso Butteworth o Bessel, a 4 o 8 poli.
I filtri delle due famiglie sono caratterizzati da livelli di rumore e distorsione prossimi al minimo teorico (-120 dB). Il tutto in un package, grazie alla tecnologia surface-mount e agli amplificatori ad elevate prestazioni, estremamente contenuto (32 pin Din). Questi componenti sono, inoltre, "self contained", non richiedono cioè moduli esterni o condizionamenti ulteriori per funzionare. Ogni filtro viene impostato, poi, per operare in un corner di frequenza compreso in un range molto ampio: 100 Hz-100 kHz. I filtri sono pronti all'uso e perfetti per numerose applicazioni.

readerservice.it 413 - 64

CONVERTITORE A DUE LOGARITMI

Il nuovo convertitore a due logaritmi Adl5310 di Analog Devices offre la funzionalità di due convertitori discreti su un singolo chip, fornendo ai progettisti di sistemi di comunicazione ottica un'alternativa all'uso di convertitori ad un logaritmo multipli.
Funziona con una singola alimentazione di 3 V e converte correnti di ingresso lungo un campo dinamico di 100 dB. È ottimizzato per monitoraggi di potenza in una vasta gamma di applicazioni di sistemi di comunicazione ottica, compresi circuiti di controllo laser, interruttori ottici, attenuatori, amplificatori e monitoraggi generali di sistemi.

readerservice.it 413 - 65

COME OTTENERE MAGGIORI INFORMAZIONI

EONews offre il servizio "reader service" che vi consente, utilizzando l'apposito codice riportato alla fine di ogni news, di ricevere maggiori informazioni.

Visitate il sito **www.readerservice.it** e compilate la cartolina virtuale con i vostri dati, il numero della rivista, questo mese il **413**, ed i numeri di reader service presi dalle notizie che vi interessa approfondire.

EONEWS provvederà, tempestivamente, a contattare le aziende interessate, che invieranno al vostro indirizzo tutta la documentazione disponibile.

INTRODUZIONE ALLE LOGICHE PROGRAMMABILI

quinta parte

di Simone Bernardi
artt@iol.it

La flessibilità e la potenzialità delle logiche programmabili sono dovute alla potenza dei tool di progettazione e di sintesi. Nelle puntate precedenti abbiamo illustrato le principali caratteristiche del tool MAX II Plus di Altera, illustrando come inserire un progetto a partire dal disegno schematico. In questa puntata introduciamo l'argomento dei linguaggi di descrizione dell'hardware, uno dei più innovativi approcci alla progettazione di hardware digitale.

L'attuale complessità dei dispositivi digitali rende pressoché impossibile progettare attraverso l'inserimento di elementi schematici elementari come registri, porte logiche, bus, segnali di collegamento; a parte il fatto che anche per progetti di media complessità ci vorrebbero metri quadrati di carta, il motivo principale è che apportare modifiche ad uno schema elettrico complesso può risultare un lavoro enorme. Pensate per esempio ad un sistema che utilizzi un bus a 10 bit; se ad un certo punto dello sviluppo il progettista si accorgesse che è necessario aumentare la larghezza del bus a 12 bit, dovrebbe correggere l'intero disegno. Questi e altri ostacoli alla progettazione possono essere superati agevolmente utilizzando un approccio diverso, basato su un linguaggio di descrizione dell'hardware.

Figura 1: *La scheda MiniMax-44 con la schedina di clock*

Per quanto possa sembrare strano, tutto cominciò una trentina di anni fa, quando, negli Stati Uniti nacque il progetto **VHDL**, che sta per **VHDSC** **H**ardware **D**escription **L**anguage (**VHDSC** sta per **V**ery **H**igh **S**peed **D**igital **C**ircuits). Il progetto si proponeva di elaborare un linguaggio codificato che superasse i limiti di descrizione e progettazione attraverso il disegno schematico classico, che permettesse di gestire la complessità crescente dei circuiti elettronici digitali e che rappresentasse uno standard condiviso: in questo modo si sarebbe potuto permettere a un team di lavoro di sviluppare sezioni autonome di un progetto per poi assemblarle successivamente, con la possibilità di riutilizzare alcune parti del lavoro per progetti successivi.

Il VHDL e gli altri linguaggi di descri-

zione dell'hardware (Verilog, SystemC, ecc) sono gli strumenti quotidiani attraverso i quali migliaia di ingegneri in tutto il pianeta progettano gli attuali sistemi digitali. Anche se, inutile dirlo, tra queste pagine non c'è lo spazio per un corso specifico, gli esempi che realizzeremo saranno indicativi delle potenzialità di questo tipo di approccio alla progettazione.

UNA LOGICA PUÒ FARE...

Un'applicazione classica per un dispositivo logico programmabile è quella che prevede la realizzazione di periferiche specifiche e personalizzate da utilizzare in abbinamento a sistemi a microprocessore. In questa puntata ci occuperemo di due applicazioni classiche, un controller per motori passo passo e un controller PWM. Gli esempi si appoggiano sulla scheda **MiniMAX-44** prodotta dalla Digitronix, di cui abbiamo già parlato nella puntata precedente; su una scheda di questo tipo è molto semplice allestire i più svariati esperimenti, realizzare progetti completi o sezioni di progetti più complessi. Ricordo che la scheda MiniMAX-44, permette di programmare le CPLD EPM3032ALC44, EPM3064ALC44, EPM7032SLC44 e EPM7064SLC44 di Altera ed è realizzata in modo da poter accedere a tutti gli ingressi e le uscite di una CPLD a 44 pin. Sulla scheda è stato previsto un alimentatore in grado di fornire i 5V per le MAX70XX oppure, in alternativa, i 3.3V per le MAX30XX; è sufficiente inserire o togliere un jumper per selezionare quale alimentazione usare. L'alimentazione può essere usata anche per alimentare schede esterne, a patto di non superare i 200-300 mA di assorbimento.

Il segnale di clock

Al contrario di un microprocessore, una logica programmabile non ha necessariamente bisogno di un segnale di clock per funzionare. Ci sono tuttavia numerose applicazioni, tra le quale quelle presentate nelle pagine che seguono, per le quali un segnale di clock è indispensabile. Poiché la MiniMAX-44 non possiede un oscillatore a bordo, questo segnale deve essere fornito dall'esterno, usando, per esempio, un generatore di onde quadre, oppure un piccolo plug-in come quello presentato nella puntata scorsa. Vi ricordo che nella maggior parte dei casi, è consigliabile utilizzare lo strip CON5. In questo caso il segnale di clock sarà applicato al pin 26, che dovrà quindi essere assegnato ad una opportuna primitiva di input.

UN CONTROLLER PWM

Dove si incontra per la prima volta il linguaggio AHDL…

La necessità di generare una tensione variabile attraverso dispositivi digitali è molto frequente; controllo con o senza retroazione per motori, regolazione dell'illuminazione dei display in funzione della luce ambiente, generazione di suoni sintetizzati, solo per fare qualche esempio. Per ottenere una tensione variabile a partire da un sistema digitale ci sono due strategie possibili: utilizzare un convertitore D/A oppure un generatore PWM. Abbiamo visto come implementare un semplice D/A parallelo a 4 bit nella scorsa puntata; ovviamente la risoluzione dei D/A utilizzati in ambito elettronico è molto superiore a 4 bit, e può arrivare fino a 32 bit e oltre. Questa soluzione è adottata nei casi in cui il segnale convertito debba avere caratteristiche di banda generalmente elevate, diciamo oltre 0.1÷1 MHz. Nei casi in cui, invece, il segnale analogico abbia una banda limitata, diciamo sotto i 100 KHz, si può utilizzare la tecnica PWM.

Figura 2: *Il segnale PWM e il segnale analogico risultante*

L'acronimo **PWM** sta per **P**ulse **W**idth **M**odulator e significa che viene generato un segnale ad onda quadra con una frequenza fissa, ma con larghezza dell'impulso variabile, come si vede in figura 2. Per ottenere una tensione proporzionale alla larghezza di questo impulso è sufficiente un integratore, che può essere realizzato con un semplice filtro passa basso del primo ordine. La tecnica PWM è quindi piuttosto semplice e, utilizzando un solo pin del dispositivo logico, permette notevoli semplificazioni rispetto all'utilizzo di un bus a 8, 16 o 32 segnali necessari per D/A paralleli.

L'utilizzo della tecnica PWM è talmente diffuso che molti microcontrollori dispongono internamente di generatori PWM dedicati; esistono inoltre controllori PWM integrati. Nonostante la possibilità di reperire in commercio dispositivi già pronti ad essere utilizzati, rimangono buoni motivi per affrontare insieme la realizzazione di un controller PWM su una logica programmabile:

- Innanzitutto per motivi didattici, poiché questa sarà la scusa per avvicinarsi ad uno dei linguaggi di descrizione dell'hardware.
- Perché i dispositivi di commercio hanno una risoluzione fissa, generalmente di 10 bit per quelli integrati nei microcontrollori, mentre può risultare necessario realizzare un controller a maggiore precisione.
- Perché, come abbiamo avuto modo di ripetere più volte, una logica programmabile può fare

molte cose contemporaneamente e quindi permette di affiancare a blocchi logici diversi, tipo una UART, un comparatore digitale, una macchina a stati un controller di questo tipo, senza problemi di velocità, di gestione interrupt e altro.

Il prossimo paragrafo descrive la realizzazione di un controller PWM a quattro bit utilizzando la scheda MiniMAX-44 e un semplicissimo circuito esterno per filtrare il segnale digitale; controlleremo il generatore utilizzando i 4 dip switch che fanno capo a S5.

Il primo progetto in AHDL

Il funzionamento di un controller pwm può essere descritto a partire da blocchi funzionali, come descritto in figura 3.

Il contatore a n bit incrementa il proprio stato di una unità ad ogni colpo di clock; il bus di uscita c[ ] viene posto in ingresso ad un comparatore digitale che ne confronta il valore assunto con quello presente sul bus a[ ]. In dipendenza dall'esito del confronto il segnale pwm_out viene posto a 1 o a 0. Quello che si ottiene è mostrato come esempio in figura 4, in cui n=4 e il valore del bus a[ ] è posto al valore binario "0011", corrispondente al valore decimale "3".

La strada più veloce per realizzare un modulo PWM nel tool di sintesi MAX II Plus di Altera è il linguaggio modulare ad alto livello per il progetto di circuiti digitali **AHDL**, che sta per **A**ltera **H**ardware **D**escription **L**anguage. Come ho avuto modo di accennare nelle precedenti puntate, si tratta di una versione più semplice e immediata del linguaggio VHDL.
Per cominciare, è utile riportare la struttura di un flip flop di tipo D, che costituisce l'elemento base dei registri più comunemente utilizzati (figura 5). Ricordo che il funzionamento di un flip flop di tipo D è il seguente: all'arrivo del fronte di salita del segnale di clock, il segnale di uscita **q** assume il valore logico presente sull'ingresso **d** (l'ingresso **d** viene "campionato"); il segnale **q** mantiene tale valore fino al successivo fronte di salita, quando il segnale **d** viene nuovamente campionato. Il segnale **q_negato**, ovviamente, assume sempre il valore opposto al segnale **q**.

Detto questo, cominciamo a lavorare su MAX II Plus, creando innanzitutto la cartella pwm_dir nella vostra area di lavoro, ad esempio c:\max2work\pwm_dir\, quindi cominciate un nuovo progetto (NEW, menu File) scegliendo il tipo Text Editor File, quindi attivate il comando Set Project To Current File (shortcut CTRL+SHIFT+J) e salvate il file con il nome di pwm_module. Notate che l'estensione di questo tipo di file è .tdf.
Il codice AHDL da inserire nel foglio di lavoro è riportato nel riquadro 1.

Una volta inserito il testo, salvate il file. Vediamo come è composto il codice AHDL del modulo pwm. Si noti che tutte le parole in maiuscolo sono keywords riservate, mentre i commenti sono preceduti e terminati dal carattere %. Tutte le righe di comando, inoltre, terminano con il

RIQUADRO 1: CODICE PWM_GENERATOR

```
SUBDESIGN pwm_module
(
 a[3..0]           : INPUT;
 clk_in            : INPUT;
 pwm_out           : OUTPUT;
)
VARIABLE
 ff[3..0]          : DFF;
BEGIN
 ff[].clk=clk_in;
 ff[].d=ff[].q + 1;
   IF (ff[].q < a[]) THEN
      % pwm_out <- high  %
      pwm_out=vcc;
   ELSE
      % pwm_out <- low   %
      pwm_out=gnd;
      END IF;
END;
```

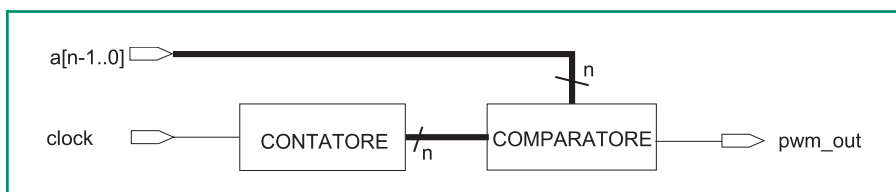



Figura 3: Schema a blocchi di un generatore PWM

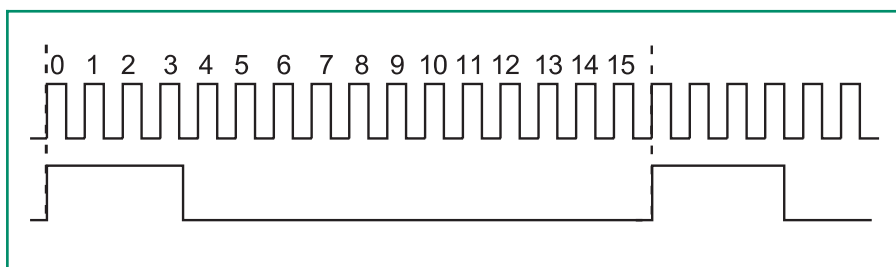



Figura 4: Il segnale di clock ed il segnale PWM di uscita

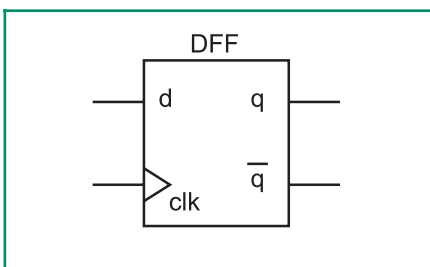



Figura 5: Un flip flop di tipo D

punto e virgola, come in C.

- La keyword SUBDESIGN indica il nome del blocco gerarchico AHDL e deve essere seguita dal nome del file (senza l'estensione), che nel nostro caso è pwm_module.tdf
- Segue la dichiarazione dei segnali in ingresso e uscita, racchiusa tra due parentesi tonde. Nel nostro caso abbiamo un gruppo (bus) di quattro segnali **a[3..0]** di tipo INPUT, ovvero di ingresso, il segnale **clk_in** di clock, anch'esso di ingresso ed il segnale **pwm_out**, che è un segnale di uscita.
- La keyword VARIABLE serve a dichiarare le "variabili". Per come si è abituati nell'uso dei linguaggi di programmazione, una variabile è una locazione di memoria che contiene dei dati; nel caso che il linguaggio descriva una struttura hardware, il concetto di variabile di riferisce a sezioni del circuito, come registri, in grado di memorizzare una certa configurazione binaria. La variabile che usiamo si chiama **ff[3..0]**, ed è di tipo DFF, ovvero è composta da un gruppo di 4 flip flop di tipo "D". In pratica si tratta di un registro a 4 bit.
- La keyword BEGIN segna l'inizio della struttura vera e propria.
- La notazione **ff[ ].clk** significa letteralmente "il segnale clk dell'oggetto ff[ ]", ed identifica quindi tutti i segnali di clock dei 4 flip flop "D"; come si vede, questi segnali sono connessi (il segno uguale significa connessione) al segnale **clk_in** di ingresso, dichiarato all'inizio.
- La notazione **ff[ ].d** significa letteralmente "il segnale d dell'oggetto ff[ ]", ed identifica quindi i 4 bit di ingresso del registro ff[3..0]; allo stesso modo, la scritta **ff[ ].q** significa letteralmente "il segnale q dell'oggetto ff[ ]", ed identifica quindi i 4 bit di uscita del registro ff[3..0].
- Il comando ff[ ].d=ff[ ].q+1 significa che il valore dell'ingresso del registro è ottenuto sommando il valore "1" a quello dell'uscita. Questo significa che il tool di sintesi si preoccuperà di inserire un blocco logico "sommatore" a 4 bit, in modo da realizzare "fisicamente" la somma.
- Il blocco IF esegue una comparazione tra lo stato del registro interno e il valore del bus a[3..0]; in dipendenza dell'esito del confronto, il segnale pwm_out viene posto a 1 logico (vcc) oppure a 0 logico (gnd). Come nel caso precedente, il tool di sintesi si preoccuperà di inserire un blocco logico "comparatore" a 4 bit, in modo da realizzare "fisicamente" il test.

Bè, a questo punto l'ideale sarebbe poter creare un blocco grafico a partire dal sorgente AHDL, con i pin di ingresso e uscita che abbiamo scelto di implementare, così da poterlo inserire in un progetto schematico… Con MAX II Plus fare questo è semplicissimo, basta selezionare il comando Create Default Symbol (menu File) e il nuovo simbolo pwm_module.sym è pronto. Per inciso, è sempre consigliabile che tutti i blocchi gerarchici di un progetto trovino posto nella stessa cartella; assicuratevi sempre di lavorare secondo questa regola.

Figura 6: *L'inserimento di un simbolo derivato dal codice AHDL*

A questo punto, cominciate un nuovo progetto, stavolta di tipo grafico. La trafila è sempre la stessa, selezionate NEW (menu File), scegliete il tipo Graphic Editor, quindi attivate il comando Set Project To Current File (shortcut CTRL+SHIFT+J) e salvate il file con il nome di pwm_generator. Il file verrà salvato con l'estensione .gdf.
Fate un doppio click sull'area di lavoro e potrete vedere nella finestra di inserimento simboli, il blocco creato in precedenza, elencato nella sezione Symbol Files. Selezionatelo e date OK.
Collegate le primitive di input e output come in figura 7, disegnate quindi i fili di collegamento, facendo attenzione a disegnare correttamente il bus a[3..0] e editate il nome delle primitive; quindi assegnate i pin come nella tabella 1, seguendo le indicazioni che abbiamo visto nella puntata precedente.
Scegliete quindi il dispositivo attraverso la voce DEVICE (Menu Assign), dopodiché, come abbiamo visto nella puntata precedente, è necessario assegnare alcune regole generali di sintesi per la compilazione. Scegliete quindi la voce Global Project Logic Synthesis (Menu Assign) e spuntate le varie voci come in figura 8, soprattutto quella relativa ai segnali globali (Automatic Global), che come ho ormai detto più volte, devono essere usati solo da mani esperte. Consiglio caldamente di utilizzare sempre queste impostazioni, perlomeno fino a che non avrete acquisito sufficiente dimestichezza con i dispositivi ed il software. Bene, salvate e compilate il progetto.

Come realizzare il generatore PWM sulla MiniMAX-44

Oltre alla sezione logica di figura 3, sono necessari altri due elementi per

Figura 7: Il progetto pwm_generator

Pin	Assegnazione
clk	26
pwm_out	41
a0	8
a1	6
a2	5
a3	4

Tabella 1: pin assignment per il progetto pwm_generator

Figura 8: La finestra Global Project Logic Synthesis

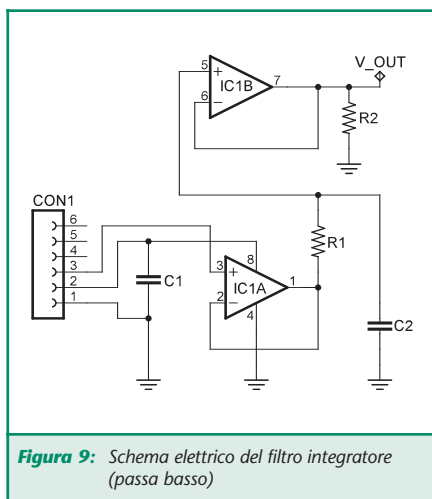



Figura 9: Schema elettrico del filtro integratore (passa basso)

la realizzazione del generatore PWM: un generatore di clock, che può essere ricavato da un generatore esterno o dalla schedina di clock di figura 1 e un circuito integratore. Quest'ultimo può essere realizzato molto semplicemente seguendo lo schema di figura 9. La lista dei componenti utilizzati è riportata in tabella 2.

Il test del sistema è stato fatto utilizzando una EPM3064ALC44, alimentata a 3.3V. L'operazionale scelto è il notissimo LM358 ad alimentazione singola, e, sebbene le sue specifiche non lo prevedano, funziona in questa applicazione anche alimentato a 3.3V, ovviamente con scarsa linearità. Se desiderate aumentare le prestazioni del sistema, potrebbe essere il caso di scegliere un amplificatore operazionale single supply funzionante a bassa tensione. Il dimensionamento della rete RC composta da R1 e C2 è tarato sulla frequenza di 5-10 KHz circa, tenetene conto se volete apportare modifiche al progetto.
Il tutto trova posto sulla MiniMAX-44 utilizzando il connettore CON3, mentre il clock deve essere applicato, come già detto, al pin 26. Attraverso i dip-switch facenti capo a **S5** si sceglie un numero binario che determina la larghezza dell'impulso generato dalla CPLD e disponibile sul pin 40; l'uscita in tensione dopo l'integratore al pin **V_OUT** sarà proporzionale a tale larghezza.

Sigla	Valore
R1	6.8 KΩ
R2	10 KΩ
C1	0.1 µF poliestere
C2	1 µF poliestere
IC1	LM358N
CON1	Connettore a strip 90° Maschio 6 pin

Tabella 2: lista componenti del filtro integratore

UN CONTROLLER PER MOTORI PASSO PASSO

Dove una logica programmabile incontra gli ingranaggi e alla fine scoppia l'amore…

Questo secondo esempio permette di realizzare un controller per motori passo passo unipolari, utilizzando la scheda MiniMAX-44 e un semplicissimo circuito esterno per pilotare in potenza gli avvolgimenti del motore; prima di cominciare ad entrare nel vivo, approfitteremo dell'occasione per fare un breve riassunto sul funzionamento di questo tipo di motori. Al contrario dei motori in corrente continua, i motori passo passo possiedono diversi avvolgimenti distinti, chiamati "fasi" e la rotazione si ottiene eccitando tali fasi con una certa sequenza. Uno schema semplificato di un motore passo passo unipolare è riportato in figura 11.

Il motore dispone di quattro avvolgimenti, un polo dei quali viene connesso in comune all'alimentazione positiva. Se adesso poniamo a massa la fase A, nell'avvolgimento corrispondente scorrerà una corrente che magnetizzerà il nucleo per induzione, portando la freccia (che indica un ipotetico polo N vincolato all'asse del motore) a puntare verso l'alto. Se successivamente colleghiamo a massa la fase B scollegando la fase A, per la stessa ragione il nucleo verrà attratto dall'avvolgimento di destra, ed il motore compirà 1/4 di giro. Analogamente se "ecciteremo" la fase C.

In questo tipo di azionamento, le fasi

sono alimentate una per volta. Supponiamo che la coppia fornita in queste condizioni abbia un valore Coppia=1. È possibile anche alimentarne due in contemporanea, come visibile in figura 13. In questo modo il flusso magnetico e, di conseguenza, la coppia che il motore genera, aumentano di circa 1 volta e mezzo, quindi con riferimento al valore precedente Coppia=1,5.

I motori reperibili in commercio non hanno ovviamente una risoluzione di soli quattro passi, ma, generalmente 48, 96, 100 o 200 passi a giro. Questo significa che, per esempio, un motore a 48 passi/giro ha una risoluzione di 360/48=7.5 gradi angolari per ogni passo, mentre un motore a 200 passi/giro ha una risoluzione di 360/200=1.8 gradi; quest'ultimo può quindi essere posizionato con molta maggiore precisione del primo.
Esiste un'ulteriore possibilità nell'azionamento di questi motori, chiamata half step. Si tratta di una via di mezzo tra l'azionamento ad una singola fase e quello a due fasi, come si vede in figura 14. Dalla figura dovrebbe risultare chiara la sequenza di eccitazione.

La risoluzione del motore, in questo modo, raddoppia; ad esempio, un motore a 48 passi/giro può essere impiegato come se avesse 96 passi/giro; la coppia risultante, di contro, sarà una via di mezzo tra i due casi precedenti, quindi Coppia=1,25.
Nella Tabella 3, 4 e 5 sono riportate le sequenze di eccitazione di un motore a 4 fasi. Ovviamente, per la rotazione in un verso la sequenza dovrà scorrere verso il basso, e, raggiunta l'ultima riga di ogni tabella, ricominciare dalla prima; per la rotazione nel verso opposto, la sequenza dovrà scorrere verso l'alto e, raggiunta la prima riga di ogni tabella, ricominciare dall'ultima.
Vediamo come implementare tutto questo su un circuito digitale. Per cominciare, un controller del tipo che stiamo per realizzare è caratterizzato da un insieme di "stati". I controller della tabella 3 e 4 hanno quattro stati e ad ogni stato corrispondono 4 uscite. Se invece consideriamo l'esempio in tabella 5, gli stati sono otto, sempre con 4 uscite ognuno. La successione degli stati è cadenzata da un segnale di **clock** e

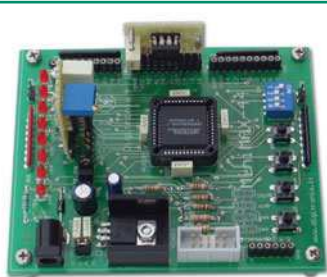



Figura 10: *La scheda MiniMAX-44 su cui è stato realizzato il progetto pwm_generator*

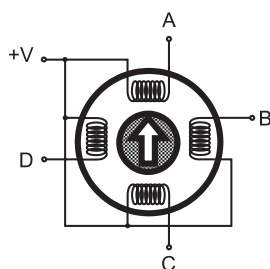



Figura 11: *Schema semplificato di un motore passo passo unipolare*

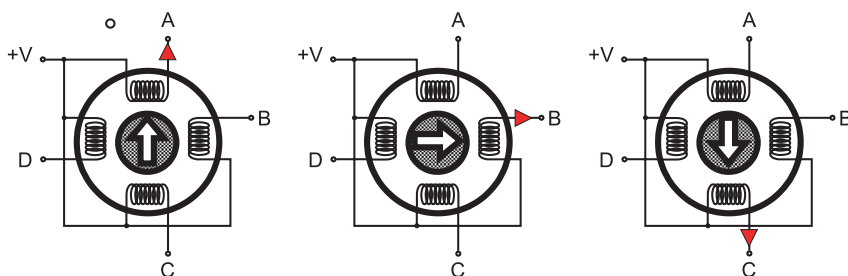



Figura 12: *Succesione di eccitazione dei singoli avvolgimenti*

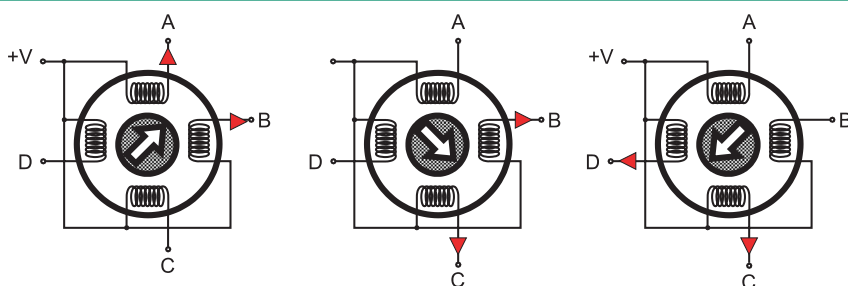



Figura 13: *Succesione di eccitazione di coppie di avvolgimenti*

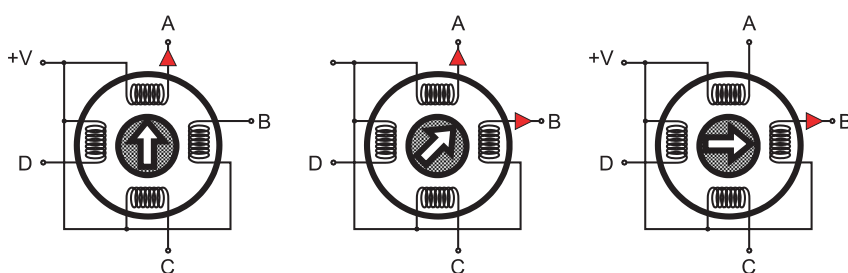



Figura 14: *Succesione di eccitazione di avvolgimenti, half step*

comandata da un segnale di **direzione**; se consideriamo il controller in tabella 3 o in tabella 4, avremo una successione di "stati" come in tabella 6.

Ciò di cui abbiamo bisogno per realizzare tutto questo è quindi una "macchina a stati", con un numero di stati pari a 4 (full step) oppure 8 (half step), avente un uscita a 4 bit (uno bit per ogni avvolgimento del motore), un bit di ingresso per il segnale di clock e un bit per specificare la direzione di rotazione.

Il secondo progetto in AHDL

Anche per realizzare un circuito di questo tipo la strada più veloce è il liguaggio **AHDL**. Create quindi la cartella step_dir nella vostra area di lavoro, ad esempio c:\max2work\step_dir\, quindi cominciate un nuovo progetto di tipo testo, ovvero con estensione .tdf, inserendovi il codice riportato nel riquadro 2.
A questo punto salvate il file con il nome step_controller.tdf

Vediamo come è composto il codice AHDL del controller per motori passo passo. Si noti nuovamente che tutte le parole in maiuscolo sono keyword riservate, mentre i commenti sono preceduti e terminati dal carattere %.

- La keyword SUBDESIGN indica il nome del blocco gerarchico AHDL e deve essere seguita dal nome del file, nel nostro caso step_control.tdf.
- Segue la dichiarazione dei segnali da e verso l'esterno, racchiusa tra due parentesi tonde. Nel nostro caso abbiamo i quattro bit di tipo INPUT, ovvero di ingresso, **clk**, **reset**, **dir** e il segnale **f_h** di selezione half/full step, mentre abbiamo un bus di 4 bit di tipo OUTPUT, chiamato **z[3..0]**. Si noti che per le macchine a stati descritte in AHDL il segnale di reset è obbligatorio.
- La keyword VARIABLE serve a dichiarare le variabili; la prima di queste è la macchina a stati vera e propria, che nel nostro caso viene chiamata **step_m**. Il nome viene assegnato attraverso le keywords MACHINE OF BITS. Ogni macchina a stati così definita possiede necessariamente un ingresso di clock e uno di reset. Tra parentesi segue la variabile di stato della macchina a stati, ovvero z[3..0] che coincide volutamente con i bit di uscita. Dopodiché, tra parentesi, si dichiarano esplicitamente i valori dei quattro stati, e quindi delle quattro uscite corrispondenti.
- La keyword BEGIN segna l'inizio della struttura vera e propria. La notazione **step_m.clk** significa let-

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
1° step	OFF	OFF	OFF	**ON**
2° step	OFF	OFF	**ON**	OFF
3° step	OFF	**ON**	OFF	OFF
4° step	**ON**	OFF	OFF	OFF

Tabella 3: Pilotaggio full step, una fase per volta, Coppia=1

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
1° step	OFF	OFF	**ON**	**ON**
2° step	OFF	**ON**	**ON**	OFF
3° step	**ON**	**ON**	OFF	OFF
4° step	**ON**	OFF	OFF	**ON**

Tabella 4: Pilotaggio full step, due fasi per volta, Coppia=1,5

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
1° step	OFF	OFF	OFF	**ON**
2° step	OFF	OFF	**ON**	**ON**
3° step	OFF	OFF	**ON**	OFF
4° step	OFF	**ON**	**ON**	OFF
5° step	OFF	**ON**	OFF	OFF
6° step	**ON**	**ON**	OFF	OFF
7° step	**ON**	OFF	PFF	OFF
8° step	**ON**	OFF	OFF	**ON**

Tabella 5: Pilotaggio half step, Coppia=1,25

Direzione = dx	1° step	2° step	3° step	4° step	1° step	2° step	ecc.
Direzione = sx	4° step	3° step	2° step	1° step	4° step	3° step	ecc.

Tabella 6: successione degli "stati" nella rotazione

RIQUADRO 2: CODICE STEP_CONTROL

```
SUBDESIGN step_control
(
    Step         : INPUT;
    reset        : INPUT;
    dir          : INPUT;
    f_h          : INPUT;
    z[3..0]       : OUTPUT;
)
VARIABLE
step_m: MACHINE OF BITS (z[3..0])
WITH STATES
% current                current %
% state                =   output  %
(
   s0                   =   b"0011",
   s1                   =   b"0010",
   s2                   =   b"0110",
   s3                   =   b"0100",
   s4                   =   b"1100",
   s5                   =   b"1000",
   s6                   =   b"1001",
   s7                   =   b"0001"
);
BEGIN
step_m.clk     = step;
step_m.reset   = reset;
TABLE
%  current  input   input   next   %
%  state,   dir     h_f,    =>     state %
step_m,     dir,    f_h     =>     step_m;
% full step %
   s0,   0   ,0   =>   s2;
   s0,   1   ,0   =>   s6;
   s1,   0   ,0   =>   s2;
   s1,   1   ,0   =>   s0;
   s2,   0   ,0   =>   s4;
   s2,   1   ,0   =>   s0;
   s3,   0   ,0   =>   s4;
   s3,   1   ,0   =>   s2;
   s4,   0   ,0   =>   s6;
   s4,   1   ,0   =>   s2;
   s5,   0   ,0   =>   s6;
   s5,   1   ,0   =>   s4;
   s6,   0   ,0   =>   s0;
   s6,   1   ,0   =>   s4;
   s7,   0   ,0   =>   s0;
   s7,   1   ,0   =>   s6;
% half step %
   s0,   0   ,1   =>   s1;
   s0,   1   ,1   =>   s7;
   s1,   0   ,1   =>   s2;
   s1,   1   ,1   =>   s0;
   s2,   0   ,1   =>   s3;
   s2,   1   ,1   =>   s1;
   s3,   0   ,1   =>   s4;
   s3,   1   ,1   =>   s2;
   s4,   0   ,1   =>   s5;
   s4,   1   ,1   =>   s3;
   s5,   0   ,1   =>   s6;
   s5,   1   ,1   =>   s4;
   s6,   0   ,1   =>   s7;
   s6,   1   ,1   =>   s5;
   s7,   0   ,1   =>   s0;
   s7,   1   ,1   =>   s6;
END TABLE;
END;
```

teralmente “il segnale clk dell’oggetto step_m”, così come la **step_m.reset** significa letteralmente “il segnale reset dell’oggetto step_m”; questi due segnali vengono assegnati ai pin di ingresso **clk** e **reset**. A questo punto viene definita la successione degli stati, in funzione del valore dei segnali **dir** e **f_h**. Il primo blocco definisce la successione degli stati in modalità full_step, (pin **f_h=0**), il secondo in modalità half_step (pin **f_h=1**).

Come fatto precedentemente, a questo punto potete creare un blocco grafico a partire dal sorgente AHDL, selezionando il comando Create Default Symbol (menu File); il nuovo simbolo stepper_control.sym sarà disponibile nella vostra cartella di lavoro. Ripeto che è sempre consigliabile che tutti i blocchi gerarchici di un progetto trovino posto nella stessa cartella.

Adesso apriamo un nuovo progetto, di tipo Graphic Editor File e chiamatelo Step_driver.gdf (non ripeto la procedura). Fate un doppio click sull’area di lavoro, assicuratevi che la directory step_dir sia riportata nel riquadro File Name e vedrete il nome **step_control** nella finestra di sinistra. Selezionate il simbolo e premete OK. Adesso, inserite quattro primitive di input e una primitiva di output e assegnate i nomi ad ognuna di esse come in figura 15. Fate caso che abbiamo collegato una porta di uscita direttamente su un bus; questo è possibile, e semplifica il lavoro, a patto di assegnare alla primitiva di output un nome di tipo bus, nel nostro caso **step[3..0]**. Come è stato fatto notare nella terza puntata, all’interno di MAX II Plus, il nome dei segnali che lo compongono un bus è ereditato dal nome del bus stesso: il primo segnale del bus s si chiamerà quindi **step0**, il secondo **step1** e così via.

Assegnate il dispositivo su cui compilare il progetto (menù Assign) e quindi assegnate i pin di I/O ad ogni segnale, seguendo la figura 15 e secondo tabella 7:
Collegate gli elementi circuitali come in figura 15, facendo attenzione al bus in uscita dal pin z[3..0], che deve risultare tracciato con il tratto “spesso”, e i fili di connessione di ognuno dei segnali di I/O (tratto fine). Assegnate le proprietà di sintesi, come visto in figura 8, salvate e compilate il circuito.

Pin	Assegnazione
clk	26
reset	14
dir	4
f_h	8
step0	33
step1	34
step2	37
step3	39

Tabella 7: pin assignment per il progetto step_driver

Come realizzare il controller per motori passo passo sulla MiniMAX-44

Oltre alla sezione logica di figura 15, sono necessari altri due elementi per la realizzazione del generatore PWM: un generatore di clock, che può essere ricavato da un generatore esterno o dalla schedina di clock di figura 1 e un circuito di potenza per il pilotaggio degli avvolgimenti. Quest’ultimo può essere realizzato molto semplicemente seguendo lo schema di figura 16. La lista dei componenti utilizzati è riportata in tabella 8.
Il connettore CON1 della scheda di potenza va inserito nel CON4 della MiniMAX-44, mentre il connettore CON2 va alle 4 fasi del motore, e al filo comune.
L’alimentazione del motore, che può variare da 5 a 24 V a seconda del tipo utilizzato, deve essere portata ai morsetti **V_STP+** e **V_STP-** del **CON3**.
Il test del sistema è stato fatto utilizzando una EPM3064ALC44, alimentazione a 3.3V e un motore stepper ricavato da un fax rottamato; l’assorbimento di questo motore è di circa 100 mA, in ogni caso considerate che il driver ULN2003AN sopporta fino a 500 mA.
Ogni pin di uscita del chip è protetto contro le extratensioni generati dalla commutazione degli avvolgimenti attraverso un diodo, ma affinché tale protezione sia efficace è importante che il pin 9 sia connesso al ramo positivo dell’alimentazione del motore stepper **V_STP+**.
Il tutto trova posto sulla MiniMAX-44 come in figura 17.
Attraverso il dip switch **S5/A**, facente capo al pin 8 della CPLD, si sceglie la direzione di rotazione; il dip switch **S5/D**, facente capo al pin 4, permette di selezionare la rotazione full o half step.
Il pin di reset è posto a massa tramite la resistenza di pull-down presente su ogni pin di I/O della MiniMAX-44; per resettare la mac-

Figura 15: Il progetto step_driver

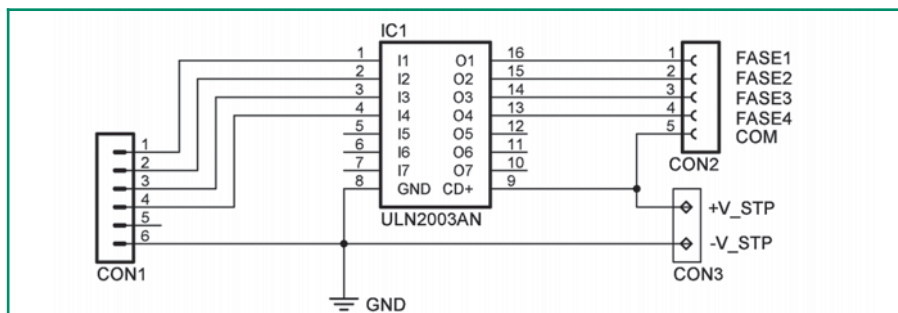



Figura 16: Schema elettrico della sezione di potenza

Sigla	Valore
IC1	ULN2003N
CON1	Connettore a strip 90° Maschio 6 pin
CON2	Connettore 5 pin
CON3	Connettore 2 pin

Tabella 8: lista componenti della sezione di potenza

china a stati è necessario portarlo a Vcc per un istante, premendo il pulsante **S1**.

Infine, una possibile applicazione
Vorrei terminare suggerendo una estensione possibile al progetto del driver per motori passo passo.
Supponiamo di avere un microcontrollore che gestisce una tastiera e due motori passo passo, posizionando di questi ultimi in funzione dei tasti premuti.
Il micro deve coordinare due task: monitorare la tastiera e, contemporaneamente, azionare i motori, gestendo la successione di eccitazione delle fasi e fermare ognuno di essi dopo un certo numero di passi.
Poiché il micro può, in realtà, fare una sola cosa alla volta, per affrontare il problema, si può utilizzare una tecnica di polling tra i due task, o utilizzare un interrupt.

Suggerisco una possibile soluzione alternativa: utilizziamo una CPLD per realizzare una periferica che, oltre ad implementare la macchina a stati vista nel paragrafo precedente, posizioni automaticamente il motore dove voluto, sulla base di un dato ricevuto dal micro.
Quest'ultimo, quindi, comunica la posizione di target dei motori alla CPLD utilizzando un bus parallelo o seriale, dopodiché può disinteressarsi completamente di essi.

Per realizzare un controllo di posizione digitale sono sufficienti un contatore e un blocco di confronto.
Non solo, con poco sforzo sulla sezione di confronto, potrebbe essere implementata anche una funzione di accelerazione/rallentamento nelle fasi di partenza e di stop, utilizzando la funzionalità half step.
Oltre che per motori passo passo, un sistema di posizionamento del tipo descritto può essere realizzato anche con motori in corrente continua provvisti di encoder; in passato ho utilizzato questa tecnica per velocizzare la realizzazione di un prototipo di un sistema di controllo assi.

DOVE REPERIRE IL MATERIALE

Ho acquistato la scheda di sviluppo MiniMAX-44 presso la ditta Digitronix, ad un prezzo di 49 €.
L'indirizzo completo è:

Digitronix
Via di Selvamaggio, 21/a
53032 Colle di Val d'Elsa - SIENA
Tel. 0577 920030
digitronix@digitronix.it
www.digitronix.it

Sul sito troverete tutti gli ulteriori dettagli relativi all'acquisto e alle spese di spedizione, il prezzo degli accessori come la schedina di clock, l'alimentatore e le CPLD MAX30xx e MAX70xx.

Il distributore ufficiale Altera è Arrow (www.arrow.com), sul sito sono elencati tutti i distributori italiani.

ARRIVEDERCI...

Questa serie di articoli introduttivi alle logiche programmabili finisce qua. Spero che gli argomenti trattati e gli esempi applicativi siano stati di vostro interesse, ma spero soprattutto di avervi contagiato con l'entusiasmo che nutro per questo tipo di approccio alla progettazione digitale.
Resto a disposizione per scambiare opinioni, chiarire eventuali dubbi e rispondere alle domande attraverso la mia mail.

Arrivederci.

DOWNLOAD

I file relativi ai progetti **pwm_generator** e **step_driver** presentati in questo articolo sono scaricabili dal sito di Fare Elettronica.

Figura 17: La scheda MiniMAX-44 su cui è stato realizzato il progetto step_driver

PIC® MICROCONTROLLER BY EXAMPLE

sesta parte

di ***Tiziano Galizia*** *(t.galizia@farelettronica.com)*
e ***Sergio Tanzilli*** *(s.tanzilli@farelettronica.com)*

Nello scorso numero abbiamo visto come collegare al PICmicro un display LCD, vediamo questo mese come dotare il nostro PICmicro di una porta seriale RS232 per poterlo collegare a un PC.

L'applicazione d'esempio che intendiamo realizzare, utilizza il circuito per la gestione di un display LCD, presentato nello scorso numero al quale aggiungeremo la sezione RS232 per realizzare una sorta di miniterminale seriale.
In pratica con il nostro circuito potremo visualizzare su display LCD i caratteri ASCII trasmessi dal nostro PC su una qualsiasi porta seriale, tramite un normale emulatore di terminale tipo: Hyperterminal (su Windows), Telix (su MS/DOS) o Minicom (su Linux).

SCHEMA ELETTRICO

Come potete notare dallo schema elettrico riportato in figura 1, la base del circuito è identica a quella dello scorso numero con la sola aggiunta del circuito integrato U3, del connettore a vaschetta DB9, per il collegamento alla porta seriale del PC, e di una manciata di componenti accessori.
L'integrato U3, un MAX232 prodotto dalla Maxim, si occupa di convertire i segnali RS232 dai ±12 V, necessari per trasmettere e ricevere dati sulla porta seriale, ai 0/5 V TTL gestibili direttamente dalle porte del PIC.
Ma apriamo una parentesi e vediamo in dettaglio come funziona la comunicazione seriale in RS232.

LA RS232

Lo standard RS232 definisce una serie di specifiche per la trasmissione seriale di dati tra due dispositivi denominati **DTE** (Data Terminal Equipment) e **DCE** (Data Communication Equipment).
Come si può vagamente intuire dal nome, il Data Communication Equipment è un dispositivo che si occupa di gestire una comunicazione dati mentre il Data Terminal Equipment è un dispositivo che si occupa di generare o ricevere dati.
In pratica l'RS232 è stata creata per connettere tra loro un terminale dati (nel nostro caso un computer) con un modem per la trasmissione a distanza dei dati generati.
Per avere una connessione tra due computer è quindi necessario disporre di quattro dispositivi come visibile in figura 2: un computer (DTE) collegato al suo modem (DCE) ed un altro modem (DCE) collegato al suo computer (DTE). In questo modo qualsiasi dato generato dal primo computer e trasmesso tramite RS232 al relativo modem, sarà trasmesso da questo al modem remoto che a sua volta provvederà ad inviarlo al suo computer tramite RS232. Lo stesso vale per il percorso a ritroso.
Al fine di usare la RS232 per collegare tra loro due computer vicini senza interporre tra loro alcun modem, dobbiamo simulare in qualche modo le connessioni intermedie, realizzando un cavo NULL MODEM o cavo invertente, ovvero, un cavo in grado di far scambiare direttamente tra loro i segnali provenienti dai due DTE come se tra loro ci fossero effettivamente i DCE.
Per connettere il PC al nostro circuito, invece, simuleremo direttamente un DCE facendo credere al PC di essere collegato ad un modem. Prima di fare questo diamo uno sguardo in dettaglio al principio di funzionamento di una comunicazione seriale.

LA COMUNICAZIONE SERIALE ASINCRONA

Per consentire la trasmissione di

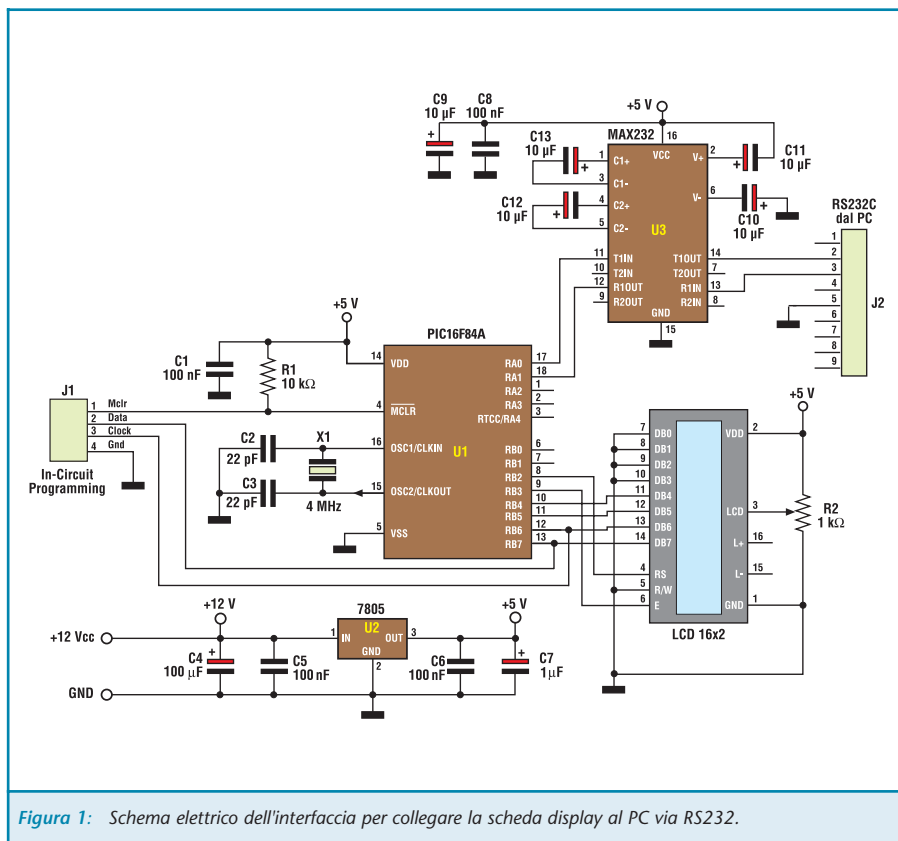



Figura 1: Schema elettrico dell'interfaccia per collegare la scheda display al PC via RS232.

dati tra il PC ed il modem, lo standard RS232 definisce una serie di specifiche elettriche e meccaniche. Una di queste riguarda il tipo di comunicazione seriale che si vuole implementare la quale può essere sincrona o asincrona. Nel nostro caso analizzeremo solo la comunicazione seriale asincrona ignorando completamente quella sincrona in quanto più complessa e non disponibile sui normali PC.
Una comunicazione seriale consiste in genere nella trasmissione e ricezione di dati da un punto ad un altro usando una sola linea elettrica. In pratica se desideriamo trasmettere un intero byte dobbiamo prendere ogni singolo bit in esso contenuto ed inviarlo in sequenza sulla stessa linea elettrica, un po' come avviene per la trasmissione in codice morse. La differenza sostanziale sta nel fatto che a generare e ricevere dati non c'è il telegrafista ma un computer per cui le velocità di trasmissione raggiungibili sono molto superiori. Facciamo subito un esempio pratico e vediamo come fa un PC a trasmettere, ad esempio, il carattere “A” usando la RS232.
Non è necessario ovviamente realizzare gli esempi riportati di seguito in quanto presuppongono l'uso di una coppia di PC ed un oscilloscopio non sempre disponibili nei nostri mini-laboratori da hobbysta.
Per comprendere il funzionamento di quanto esposto è sufficiente fare riferimento alle figure a corredo. Se prendiamo una coppia di fili e colleghiamo tra loro le porte seriali di due PC (che denomineremo PC trasmittente e PC ricevente) secondo lo schema riportato in figura 3, otterremo la più semplice delle connessioni in RS232. La linea Transmit Data (TxD) presente sul pin 3 del connettore DB9 maschio, di cui il vostro PC è dotato, è connessa alla linea Receive Data (RxD) presente sul pin 2 del secondo PC. Le masse (GND) presenti sul pin 5 di entrambi i PC sono connesse tra loro.
Per osservare i segnali generati dal PC trasmittente durante la trasmissione seriale, colleghiamo tra la linea TXD e la linea GND un oscilloscopio e lanciamo in esecuzione su entrambi i PC un programma di emulazione terminale (tipo Hyperterminal o simili).
Configuriamo le porte seriali di entrambi i PC a 9600 baud, 8 data bit, 1 stop bit, no parity e disabilitiamo il controllo di flusso (handshake) sia hardware che xon/xoff. In questo stato qualsiasi cosa digiteremo sul PC trasmittente verrà inviata immediatamente sulla porta seriale. Assicuriamoci inoltre che il programma di emulazione terminale scelto sia opportunamente configurato per usare la porta seriale su cui siamo connessi (COM1 o COM2). Proviamo a digitare la lettera A maiuscola e verifichiamo se è stata correttamente ricevuta sul PC ricevente. Fatto questo controllo andiamo a vedere sull'oscilloscopio che tipo di segnali sono stati generati per effettuare la trasmissione.
Quando non c'è nessuna trasmissione in corso la tensione sulla linea TxD è di -12 V corrispondente alla condizione logica 1. Per indicare al

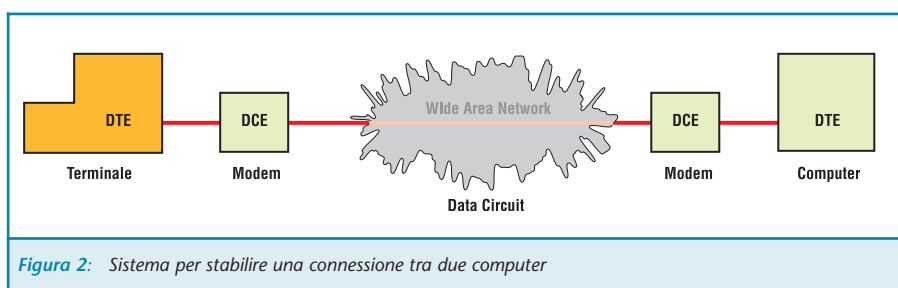



Figura 2: Sistema per stabilire una connessione tra due computer

PC ricevente che la trasmissione ha inizio, il PC trasmittente porta a +12 V la linea TxD per un tempo pari all'inverso della frequenza di trasmissione ovvero al tempo di trasmissione di un singolo bit. Nel nostro caso, avendo scelto di trasmettere a 9600 bit per secondo, la tensione di alimentazione rimarrà a +12 V per: 1/9600=0,104 ms.
Questo segnale viene denominato START BIT ed è sempre presente all'inizio di trasmissione di ogni singolo byte.
Dopo lo start bit vengono trasmessi in sequenza gli otto bit componenti il codice ASCII del carattere trasmesso partendo dal bit meno significativo.
Nel nostro caso la lettera A maiuscola corrisponde al valore binario 01000001, per cui la sequenza di trasmissione sarà quella riportata in figura 4.
Una volta trasmesso l'ottavo bit (bit 7), il PC aggiunge automaticamente un ultimo bit a 1, denominato STOP BIT, ad indicare l'avvenuta trasmissione dell'intero byte. La stessa sequenza viene ripetuta per ogni byte trasmesso sulla linea.
Aggiungendo al nostro cavo seriale una connessione tra il pin TxD (pin 3) del PC ricevente con il pin RxD (pin 2) del PC trasmittente, potremo effettuare una trasmissione RS232 bidirezionale.
Il cavo che abbiamo ottenuto è il più semplice cavo **NULL MODEM** in grado di mettere in collegamento tra loro due DTE.
Come accennato prima, il nostro circuito d'esempio simula un dispositivo DCE. Questo significa che il cavo che dovremo realizzare non dovrà essere di tipo NULL MODEM (o INVERTENTE) ma DRITTO ovvero con i pin numerati allo stesso modo connessi tra loro. Questo tipo di cavo è identico a quelli che vengono usati per connettere al PC un modem esterno. Dato che i dispositivi DTE sono sempre dotati di connettore DB9 maschio, il nostro circuito, essendo un DCE, avrà un connettore DB9 femmina.
In alcuni casi i PC sono dotati di connettori DB25 anziché DB9 per cui per le equivalenze occorre consultare la piedinatura dei connettori RS232.
Il cavo di collegamento tra il PC ed il nostro circuito dovrà essere intestato a sua volta con un connettore femmina da un lato per poter essere inserito nella seriale del PC ed un connettore maschio dall'altro per poter essere inserito nel connettore del nostro circuito di prova. I collegamenti interni al cavo da usare sono riportati nella figura 5.

Canon 9 pin maschio DCE PC transmitter — Canon 9 pin maschio DCE PC receiver — TxD — GND

Figura 3: La connessione RS232 più semplice

FUNZIONAMENTO DEL MAX232

Come accennato prima, nel nostro circuito useremo un driver RS232, ovvero un integrato in grado di convertire i segnali a ±12 V, tipici della RS232, in segnali a 0/5 V gestibili dalle porte del PIC.
Seguendo lo schema elettrico, vediamo che il segnale di trasmissione proveniente dal PC entra dal pin 3 del connettore DB9 femmina e viene trasferito sul pin 13 di U3. Sul pin 12 di U3 è presente un segnale a 0 V quando sul pin 13 ci sono +12 V e 5 V quando sul pin 13 ci sono -12 V. Il segnale presente sul pin 12 di U3 viene quindi inviato alla linea RA1 della porta A del PIC che in questo caso funge da linea di ricezione. Sul pin 18 del PIC (RA1) avremo quindi la corrispondenza di segnali con la linea TxD del PC riportata in figura 6.
Viceversa sul pin 17 (RA0) il PIC genera i segnali da inviare al PC a livello TTL che vengono convertiti in segnali RS232 da U3 tramite i pin 11 (ingresso TTL) e 14 (uscita RS232) e quindi inviati al PC tramite il pin 2 del connettore J2.

IL SOFTWARE

Mettiamo finalmente mano al sorgente della nostra applicazione d'e-

Figura 4: Sequenza di trasmissione della lettera A

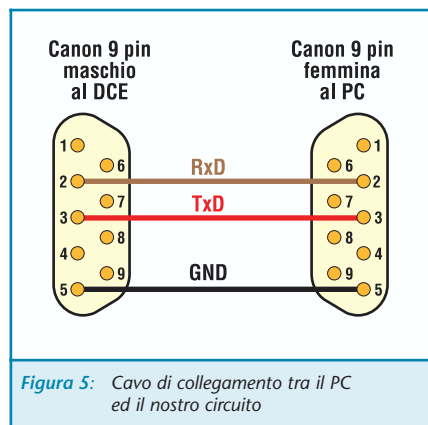



Figura 5: Cavo di collegamento tra il PC ed il nostro circuito

sempio e vediamo come ricevere e trasmettere dati dal nostro PIC.
Nel file riportato nel Listato 1 che potrete scaricare comodamente dal nostro sito, troverete il sorgente completo del nostro terminale.
Una volta montato il circuito e programmato il PIC16F84, possiamo eseguire le connessioni al PC e fornire alimentazione. Sul display apparirà il cursore lampeggiante in alto a sinistra.
A questo punto lanciamo in esecuzione un programma qualsiasi di emulazione terminale e configuriamolo per usare la porta seriale a cui è collegato il circuito a 9600 baud, 8 data bit, 1 stop bit e no parity.
Assicuriamoci inoltre che non sia abilitato alcun controllo di flusso dei dati sulla seriale sia esso hardware che xon/xoff.
Proviamo ora a premere qualche tasto sulla tastiera del PC ed osserviamo come i caratteri digitati vengano visualizzati anche sul display LCD del nostro circuito. Premendo i tasti CTRL-L potremo pulire lo schermo dell'LCD e visualizzare nuove scritte.

ANALIZZIAMO IL SORGENTE

Andiamo ora ad analizzare il sorgente LCDTERM.ASM della nostra applicazione (scaricabile dal nostro ito).
Partiamo dalla linea 24 dove troviamo le seguenti direttive:

```
TX equ 0 ;Tx data
RX equ 1 ;Rx data
```

in cui vengono assegnate alle costanti TX e RX rispettivamente le linee di trasmissione (TX) e ricezione (RX) del PIC.
In questa applicazione in realtà non viene ancora usata la linea di trasmissione in quanto il nostro miniterminale è in grado per ora solo di ricevere caratteri.
Queste due costanti vengono utilizzate rispettivamente dalle subroutine di trasmissione e ricezione di caratteri via RS232: *TxChar* ed *RxChar*. Queste due subroutine consentono in pratica di trasmettere e ricevere byte in modalità seriale asincrona a 9600 bps, 8 bit dati, 1 stop bit e nessuna parità.
Per trasmettere un carattere sulla linea TX basta inserire nel registro W il valore da trasmettere ed effettuare una chiamata alla subroutine TxChar.
Ipotizzando di voler trasmettere il carattere “A” al PC dovremo inserire il seguente codice:

```
movlw   'A'
call    TxChar
```

Per ricevere caratteri l'operazione è leggermente più complessa.
Prendiamo in esame il nostro esempio a partire dalla linea 129:

```
MainLoop
   btfsc   PORTA,RX
   goto    MainLoop
   call    RxChar
```

In pratica il nostro programma esegue un loop infinito finché non rileva uno stato logico 0 sulla linea RX. Quando questo avviene significa che molto probabilmente è arrivato lo START BIT dal PC e che, secondo quanto detto sopra, arriveranno in sequenza i bit appartenenti al dato trasmesso. In questo caso viene chiamata la RxChar che si occuperà di leggere ogni singolo bit ricevuto, compattarli in un unico byte e restituire il valore del byte così ricevuto nel registro ShiftReg.
Una volta lanciata la RxChar azzera il registro ShiftReg in cui verranno memorizzati i bit man mano che vengono ricevuti:

```
RxChar
   clrf  ShiftReg
```

quindi mette a 8 il registro BitCount usato per il conteggio del numero di bit in arrivo

```
movlw   8
movwf   BitCount
```

a questo punto attende un periodo pari a circa 1 bit e mezzo in modo da far scorrere il tempo necessario alla trasmissione dello start bit e campionare il valore del BIT 0 a metà circa del tempo di durata.

```
DELAY BIT_DELAY +
BIT_DELAY / 2
;Wait 1.5 bit
```

A questo punto legge lo stato della linea RX ed inserisce il valore letto nel flag di CARRY (C) del registro STATUS e quindi effettua una istruzione di **Rotate Right F Trought Carry** (RRF), con il registro ShiftReg, in modo da spostare verso destra tutti i bit ed inserire nel bit più significativo il valore appena letto dalla linea RX, come riportato nella figura 7. Questa lettura avviene per otto volte ad intervalli di tempo pari alla durata di un bit, in modo da campionare il valore della linea RX sempre al centro del bit in ricezione.

```
wDB
   btfss   PORTA,RX
   goto    RxBitL
RxBitH
   nop
   bsf     STATUS,C
   goto    RxShift
RxBitL
   bcf     STATUS,C
   goto    RxShift
RxShift
   nop
   rrf     ShiftReg,F
```

Segue una attesa per un periodo di tempo pari ad 1 bit

```
DELAY BIT_DELAY
```

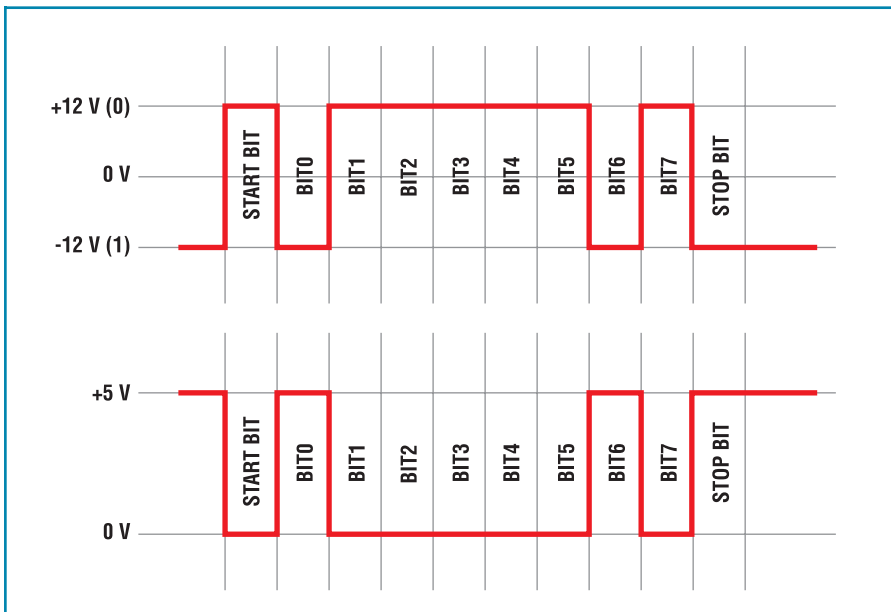



Figura 6: *Corrispondenza dei segnali RS232 con i TTL*

quindi continua a campionare se non ha ancora letto tutti gli otto bit,

```
decfsz BitCount,F
goto wDB
```

ed esce da RxChar dopo aver letto l'ultimo bit.

```
return
```

A questo punto nel registro ShiftReg dovrebbe esserci il byte trasmesso dal PC.
Una volta letto il byte proveniente dal PC il nostro programma controlla se è un carattere di controllo oppure un normale carattere da visualizzare su LCD.
L'unico carattere di controllo implementato dal nostro miniterminale è il Form Feed (FF) corrispondente al codice ASCII decimale 12 (form feed).
La trasmissione di questo carattere verso una stampante determina l'avanzamento di un foglio di carta, nel nostro caso pulisce il contenuto dell'LCD. Il form feed può essere trasmesso dal nostro simulatore di terminale su PC premendo il tasto CTRL seguito dalla lettera L.

Questa è la parte di codice che gestisce la ricezione di un Form Feed:

```
CheckFormFeed
    movlw   12
    xorwf   ShiftReg,W
    btfss   STATUS,Z
    goto    _CheckFormFeed

    clrf    xCurPos
    clrf    yCurPos
    call    LcdClear
    goto    MainLoop

_CheckFormFeed
```

In pratica viene controllato se il valore ricevuto dalla subroutine RxChar è pari a 12. In caso affermativo vengono azzerati i registri xCurPos e yCurPos che mantengono il valore X,Y del cursore su display.
Quindi viene chiamata la subroutine *LcdClear* che si occupa di inviare i comandi corretti al display LCD per azzerarne il contenuto. Nel caso non sia stato trasmesso un FF dal PC, il carattere ricevuto viene inviato "nudo e crudo" al display con il seguente codice:

```
movf    ShiftReg,W
call    putchar
```

Quindi ritorna ad attendere lo START BIT del prossimo carattere, con la seguente istruzione:

```
goto    MainLoop
```

La subroutine *putchar* in pratica invia il valore contenuto nel registro W al display LCD nella posizione in cui si trova il cursore (xCurPos e yCurPos), quindi si occupa di mandarlo a capo se si è raggiunto il fine riga o di riportarlo alla prima riga se si è raggiunto il fine display.
In tutti i casi i registri xCurPos ed yCurPos vengono aggiornati alla prossima posizione in cui poter scrivere il successivo carattere ricevuto dal PC.

CONCLUSIONI

Abbiamo visto come gestire una porta seriale ed inviare o ricevere dati a/da un PC.
Il prossimo mese aggiungeremo all'esempio appena realizzato, un ricevitore ad infrarossi che ci consentirà la ricezione di comandi da un comune telecomando TV.

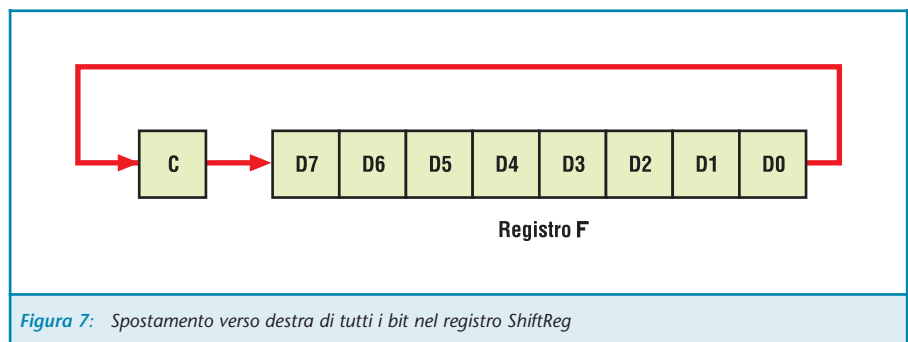



Figura 7: *Spostamento verso destra di tutti i bit nel registro ShiftReg*

12-13 giugno 2004

MOSTRA MERCATO DI

RADIANTISMO
ELETTRONICA
COMPUTER
TELEFONIA
TV-SAT
RADIO D'EPOCA
EDITORIA
HOBBISTICA

FIERA DI CAGLIARI

orario per il pubblico:

09.00 - 18.00

Organizzazione:

Buono valido per una riduzione, biglietto ridotto euro 3,00

informazioni 337-676719 e-mail info@compendiofiere.it

DATA STORAGE BOX

di Enzo Brusati
enzo_br@virgilio.it

Facile da installare, veloce, trasportabile, è la periferica più adatta a chi ha necessità di trasportare una grossa mole di dati da un PC all'altro senza doverli necessariamente registrare su CD.
Sì tratta di un completo hard disk esterno con interfaccia USB 2.0, compatibile 1.1, che offre prestazioni paragonabili a quelle degli hard disk interni ed è realizzabile da chiunque abbia un po' di esperienza col saldatore.

L'idea nasce dalla necessità di trasportare qualche decina di Gbytes di files da un computer ad un altro.
Niente scheda di rete... che fare?
Masterizzare un certo numero di cd-rom? Masterizzare 2 o 3 DVD?
Forse usare il "vecchio" hard disk da 40 Gbytes appoggiato sopra il PC è la soluzione migliore, ma implica di spegnere il computer (non prima di aver salvato tutto...), aprire il case, settare l'HDD come slave, collegarlo al posto del CD-ROM "tirando" un po' i cavi, riaccendere il computer, copiare i files, spegnere tutto.
Nuovamente, inserire l'HDD nell'altro PC ed infine ripetere il tutto sempre prestando molta attenzione a non combinare disastri.
Come sarebbe comodo un hard disk esterno in queste situazioni!

COME È NATA L'IDEA...

Un hard disk esterno può essere usato come secondo hard disk, come supporto per l'archiviazione dei dati, oppure come veloce sistema di backup (vi sfido a dirmi che non è utile…) ed, alla necessità, scollegando il cavetto USB da un PC e collegandolo ad un altro, può essere sfruttato per condividere o trasportare anche qualche centinaio di Gbytes in poco tempo, comodamente e senza rischi (a parte la rottura dell'hard disk stesso).
Gli hard disk esterni, rispetto alle più piccole memorie USB, offrono prestazioni molto più elevate sia come velocità che come quantità di dati archiviabili.
In commercio esistono dei contenitori che "rendono esterni" quasi qualsiasi tipo di hard disk, ma prima di acquistarne uno decisi di vedere se l'elettronica "a portata di hobbista" poteva venirmi in aiuto anche questa volta…

ASIC ED USB 2.0

Da un po' di anni a questa parte l'interfaccia USB, per la sua versatilità, ha preso piede diventando la più comune interfaccia usata dalle periferiche collegabili al PC: tastiere, mouse, stampanti, scanner, modem, joystick e molto altro ancora. Ogni PC moderno è dotato di almeno un paio di porte USB e, sempre più spesso, si vedono computer con queste porte sul frontale per rendere più agevole e comoda la connessione delle periferiche.
Dopo qualche anno dalla nascita dell'interfaccia USB è nata, a conferma del suo successo, l'USB 2.0:

come molti già sapranno è in tutto simile alla precedente ma ha velocità di trasferimento ben 40 volte superiore. Le porte USB (1.0 e 1.1) hanno velocità di trasferimento di 12 Mb/s, mentre le porte USB 2.0 raggiungono ben 480 Mb/s.
Notare che l'arrivo sul mercato di questa nuova versione non rende le precedenti obsolete o incompatibili con le periferiche attuali: è possibile collegare dispositivi USB 1.0 a porte USB 2.0 e viceversa senza problemi, ma la massima velocità di trasferimento sarà imposta dalla porta più lenta.
Sul mercato esistono schede dai costi accessibili, che aggiungono diverse porte USB 2.0 ai computer che ne sono sprovvisti.
Informazioni dettagliate riguardo l'interfaccia USB ed anche alcuni prodotti USB commerciali possono essere trovate nel sito dell'**USB Forum**: www.usb.org.

Nel campo dell'elettronica è oggi presente una varietà di componenti muniti di porte USB, sia microcontrollori e microprocessori che ASIC (acronimo di Application Specific Integrated Circuit). Questi ultimi sono, in breve, circuiti integrati progettati appositamente per svolgere una precisa applicazione.
Questo tipo di ASIC equipaggia di solito dispositivi prodotti in quantità elevate, come ad esempio i telefoni cellulari o gli oramai vecchi drive per floppy disk. Per queste e molte altre applicazioni è conveniente, infatti, realizzare appositamente un circuito integrato piuttosto che utilizzarne decine per ottenere lo stesso risultato. Tale motivo però comporta il fatto che questi circuiti integrati sono di difficile reperibilità per l'hobbista, almeno in piccolissime quantità.
Ad esempio, l'ASIC a bordo del drive per floppy è composto da una sezione analogica che gestisce le testine, una sezione digitale che gestisce la comunicazione con la mainboard, una sezione di potenza che controlla il motore della testina ed altro ancora. Se si volesse sostituire l'ASIC con componenti comuni, se ne dovrebbero usare davvero tanti, con un aumento notevole non solo delle dimensioni ma anche del costo finale del dispositivo.
Chi volesse cimentarsi nell'autocostruzione di una periferica USB ha due strade tra cui scegliere: utilizzare un microcontrollore dotato di porta USB e programmarlo secondo le proprie esigenze, oppure, utilizzare un ASIC appositamente progettato.

Figura 1: *Questo logo indica le periferiche USB "High speed", ossia USB 2.0*

In commercio esistono molti componenti nati per equipaggiare le periferiche USB più comuni, tra questi troviamo anche diversi "bridge USB-to-IDE". Sono degli ASIC che in pratica fanno da "ponte", o meglio da convertitore, tra l'interfaccia USB e l'interfaccia IDE, la più comune di cui sono dotati gli hard disk, i cd-rom e molte altre periferiche dedicate alla memorizzazione dei dati.
Il cuore di questo progetto è proprio un complesso bridge USB-to-IDE che, contornato dei pochi componenti necessari, rende davvero semplice la costruzione del dispositivo.
L'ASIC qui utilizzato contiene sostanzialmente un microcontrollore di discrete prestazioni, dotato di porte USB 2.0. Alcuni potrebbero pensare che questo ASIC è sostituibile con un qualsiasi microcontrollore opportunamente programmato e dotato di interfaccia USB: è proprio così!
Purtroppo la complessità di realizzazione del software in esso contenuto è molto spesso al di fuori della portata di un hobbista e, molto probabilmente, il progetto di un hard disk con interfaccia USB non sarebbe stato realizzabile se non usando un componente dedicato.

IL CIRCUITO

Come detto in precedenza, il cuore del dispositivo è l'ASIC U1, guardando lo schema elettrico è possibile rendersene conto immediatamente. Per poter utilizzare questo circuito integrato, visti il numero di pin ed il passo davvero piccolo (0.5 mm) del suo contenitore (TQFP100), si è resa indispensabile la realizzazione di un circuito stampato professionale a doppia faccia, fori metallizzati, solder su ambo i lati, fori passanti molto piccoli e piste di segnale di larghezza inferiore a 0.3 mm.

Attorno ad U1 sono presenti: un connettore a vaschetta a 40 pin (J1) per la connessione dell'hard disk (la "porta IDE UDMA") ed una presa USB di tipo B (J4) che permette il collegamento con il PC mediante un comune cavetto USB.
Quasi tutti i pin di J1 sono collegati all'ASIC mediante la serie di resistenze da 22, 33, ed 82 Ω; anche per J4 è più o meno la stessa cosa.
Raccomando, in fase di montaggio, di fare attenzione ai valori di queste resistenze e di non sostituirle con altre di valore simile, pena il non corretto funzionamento dell'interfaccia.
Notare che J4 porta sul pin 1 l'alimentazione a 5V fornita dal PC che viene utilizzata sia per "segnalare" ad U1 quando il dispositivo è collegato al PC (segnale BUSPWR, il partitore R15-R16 è necessario perché

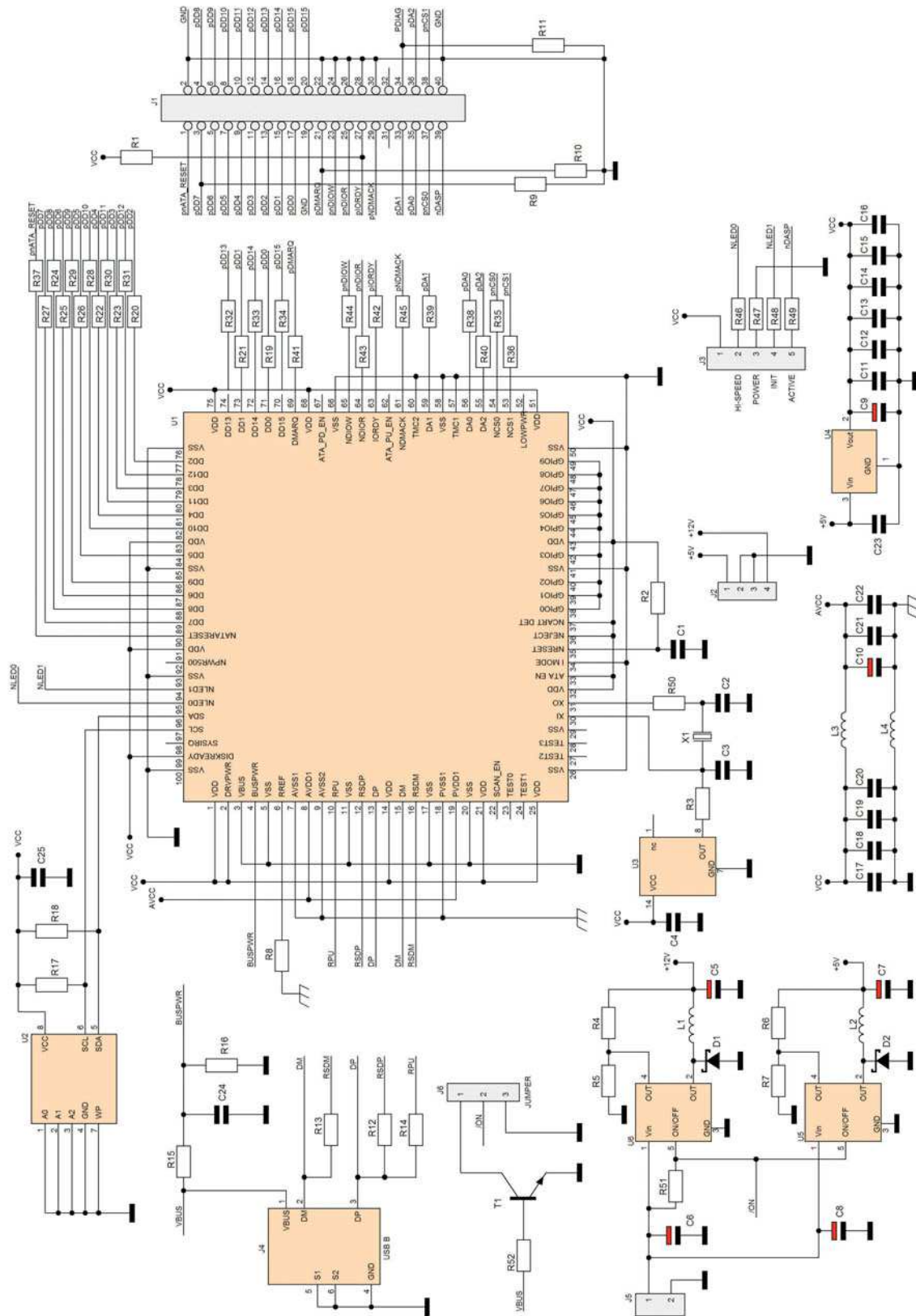



Figura 2: *Schema elettrico*

U1 funziona a soli 3.3 V) sia per agire sullo stadio di alimentazione (segnale VBUS), vedremo tra poco in che modo.
Cos'altro serve ad U1 per funzionare? Un clock a 30 MHz, che può essere generato da un quarzo (X1) o da un modulo oscillatore (U3): vista la non facilissima reperibilità di questi componenti, ho realizzato il circuito stampato in modo tale che sia possibile montare, indifferentemente, i componenti X1, R50, C2 e C3 se si usa il quarzo, oppure U3 ed R3 se si usa il modulo oscillatore.
La memoria EEPROM U2, anch'essa collegata all'ASIC, contiene informazioni riguardanti il tipo di periferica collegata all'interfaccia e deve essere programmata con il file .bin scaricabile dal sito di Fare Elettronica (www.farelettronica.com); questo file garantisce la compatibilità con la maggior parte delle periferiche ATA ed ATAPI reperibili in commercio.
Gli ultimi componenti collegati a J3 sono le resistenze R46, R48 ed R49, che a loro volta sono collegate anche a J3; questo è il connettore per i quattro led da montare sul pannello, vedremo in seguito la loro funzione.
Altra parte vitale del circuito, oltre l'interfaccia vera e propria, è lo stadio di alimentazione. L'interfaccia deve essere alimentata con una tensione di 15 Vdc ed una corrente di almeno 2÷3 A, attraverso J5. I 15 V sono direttamente portati agli ingressi (pin 1) di U5 ed U6, due stabilizzatori switching (riconoscibili dalla presenza delle induttanze L1-L2 e dei grossi diodi D1-D2) da ben 3 A massimi ciascuno.
La scelta dei regolatori switching è stata imposta dalle correnti elevate mediamente richieste dagli hard disk, impossibili da fornire con stabilizzatori di tensione tradizionali se non munendoli di grossi dissipatori. Usando una coppia di LM2576, invece, è stato possibile realizzare un alimentatore switching, in grado di erogare 5 V e 12 V con 3 A massimi per ciascuna tensione, dalle dimensioni relativamente contenute e senza eccessiva dissipazione di calore.
Premetto che le resistenze R4-R5 ed R6-R7 servono ad impostare la tensione di uscita dei regolatori nel caso in cui si utilizzassero le versioni regolabili, questo verrà ripreso nella descrizione del montaggio.
La resistenza R51 collega i pin 5 (ingresso ON/OFF) dei due regolatori U5 ed U6 ed il pin centrale del jumper J6 alla tensione di 15 V. Se il pin 1 dei regolatori è mantenuto a livello alto dalla R51, questi rimangono in stand-by. Inserendo un jumper in J6, in posizione 2-3 (ossia verso C9), si porta il segnale /ON a livello basso abilitando i regolatori e accendendo quindi il dispositivo. Se si vuole accendere e spegnere il dispositivo mediante un interruttore, è sufficiente collegare i due terminali di questo ai pin 2 e 3 del jumper J6. Montando invece il jumper in posizione 1-2, i regolatori vengono abilitati solo quando il segnale VBUS si porta a livello alto (e conseguentemente il transistor Q1 si chiude), accendendo e spegnendo il dispositivo assieme al computer. Nessun altro pulsante da premere oltre quello di accensione del PC! Comodo, no ?
Sconsiglio, però, di montare il jumper in questa posizione nel caso l'interfaccia sia soggetta a frequenti "cambi di posto": in questo caso è meglio dotarla di interruttore o lasciarla permanentemente accesa. Anche ad interfaccia permanentemente accesa è possibile mandare in stand-by l'hard disk (a patto che supporti questa funzione…) assieme al computer.
Completa la parte di alimentazione il circuito integrato U4: si tratta di uno stabilizzatore di tensione che, partendo dai 5 V forniti da U5, genera la tensione di 3.3 V necessaria ad U1.

Non solo per hard disk...

Questa interfaccia, nonostante il circuito stampato sia stato pensato soprattutto per lavorare con gli hard disk da 3.5'', può essere collegata a qualsiasi periferica IDE presente in commercio, anche se non è possibile garantirne la compatibilità con tutte le periferiche esistenti. L'unico modo per avere l'assoluta certezza del perfetto funzionamento è quello di provare (cosa valida anche per molti prodotti informatici…). Periferiche come lettori CD-Rom, masterizzatori, DVD, unità ZIP, unità magnetico-ottiche ed altro ancora possono essere collegate al connettore IDE di questa interfaccia.
Unica raccomandazione: l'alimentatore incorporato in questa interfaccia eroga al massimo 3 A su 5 V e 3 A su 12 V: è consigliabile assicurarsi che la periferica consumi correnti inferiori (consiglio di tenere 2.5 A come limite) per evitare problemi durante il normale utilizzo.
In genere, il consumo massimo degli hard disk da 3.5'' è quasi sempre inferiore a 2 A per ciascuna tensione, mentre in stand-by può essere anche inferiore ai 100 mA. Notare che il consumo sale soprattutto durante lo *spin-up* ossia quando il dispositivo, dopo essere stato acceso, porta i dischi alla normale velocità di rotazione. Il consumo sale, molto più limitatamente, anche durante le operazioni di lettura e scrittura, cioè quando si hanno parecchi spostamenti delle testine.
La corrente assorbita dalle altre periferiche varia molto a seconda della loro natura: un lettore CD-Rom o DVD, ad esempio, può

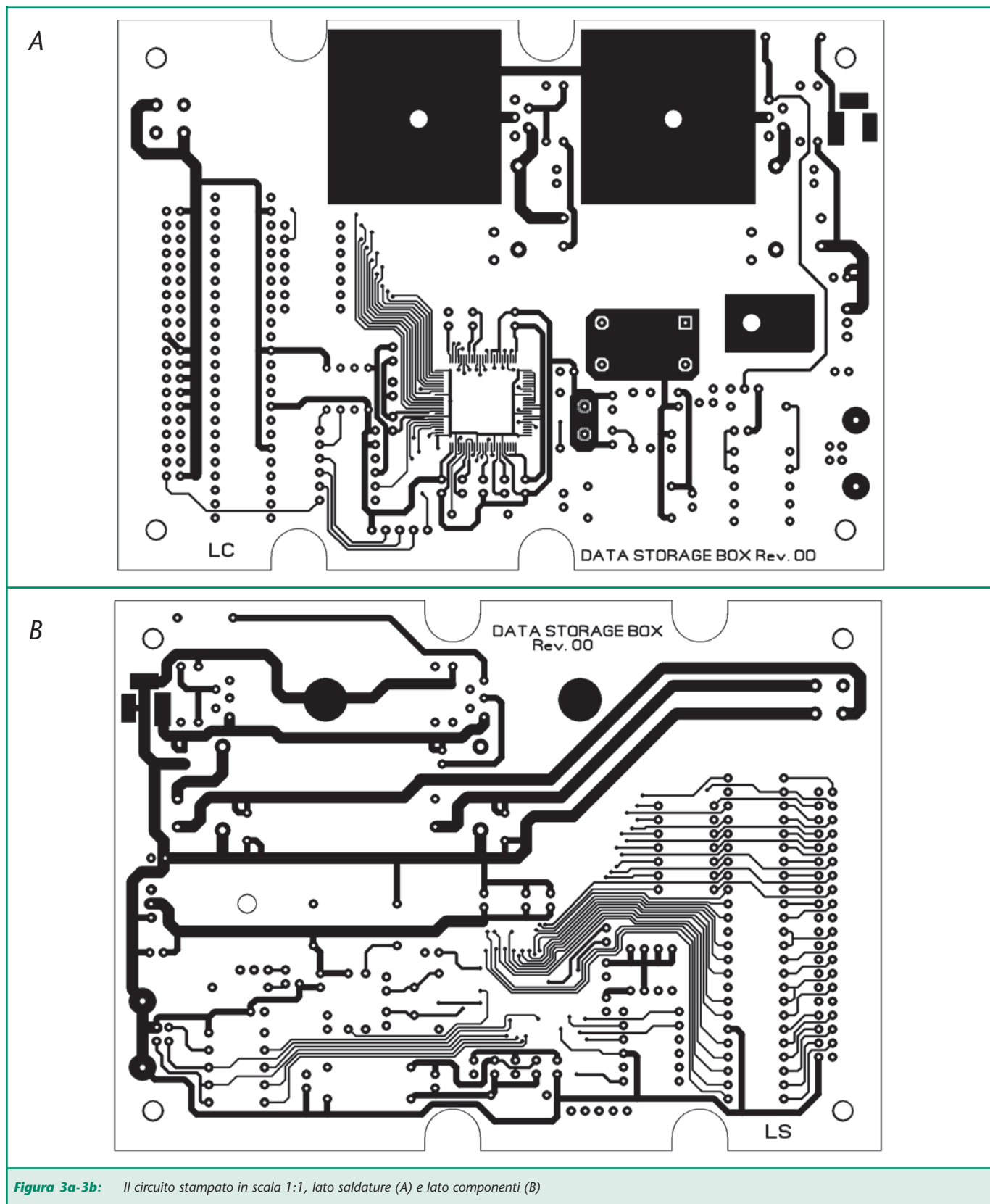



Figura 3a-3b: *Il circuito stampato in scala 1:1, lato saldature (A) e lato componenti (B)*

richiedere correnti di 1÷1.5 A per tutto il tempo in cui il disco rimane in rotazione.

MONTAGGIO

Il circuito stampato è stato dimensionato per essere "unito" abbastanza facilmente a qualsiasi hard disk da 3.5'', utilizzando come supporto una comune lastra in PVC,

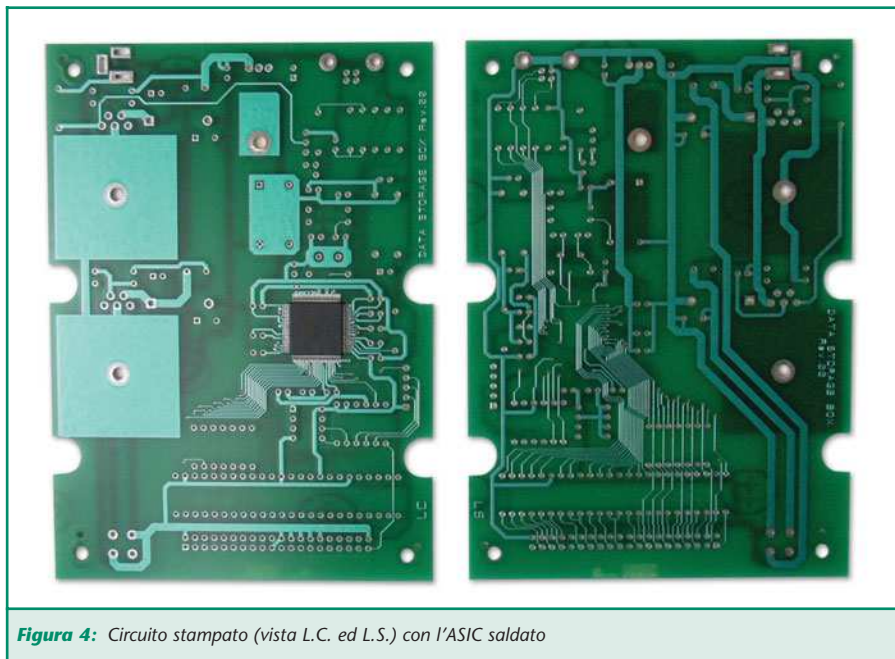



Figura 4: *Circuito stampato (vista L.C. ed L.S.) con l'ASIC saldato*

spessa 5 mm, facilmente reperibile. I quattro fori presenti sugli angoli del circuito possono essere utilizzati per il fissaggio alla lastra mediante quattro colonnine M3 alte 5 mm, mentre le lunette presenti sui lati più lunghi permettono di accedere alle viti che uniscono lastra ed hard disk. Semplice, no?

Da sapere: l'ASIC sarebbe stato progettato per lavorare con componenti di contorno in tecnologia SMD, ma particolari accorgimenti tenuti durante il posizionamento dei componenti e lo sbroglio hanno consentito l'utilizzo di componenti tradizionali, questo per rendere il montaggio alla portata di chiunque abbia un po' di esperienza col saldatore.

Per avere maggiori probabilità di successo nel montaggio, consiglio l'utilizzo di un saldatore con punta fine e di potenza non superiore ai 25÷30 W, soprattutto per evitare di danneggiare U1.

Informo che, a causa delle quantità minime realizzabili o acquistabili, dispongo di un piccolo numero di circuiti stampati con ASIC già saldato (come visibile in figura 4) che posso fornire a chi fosse interessato, come anche il solo circuito stampato o il solo ASIC.

Come per qualsiasi circuito, si comincia il montaggio dei componenti di dimensioni più piccole, in questo caso le resistenze ed i condensatori ceramici, per poi passare alle induttanze assiali e poi ai diodi Schottky D1 e D2. Riguardo questi primi componenti, raccomando di non sostituire le resistenze R2, R8, ed R16 con altre di differente valore poiché il circuito non funzionerebbe; è bene che anche i diodi non vengano sostituiti con altri modelli.

Ricordo che il circuito può funzionare sia con modulo oscillatore che con un quarzo: nei primo caso è necessario montare solo R3 ed U3, nel secondo solo C2, C3, X1, e R50. Nel caso non si trovasse il quarzo, è possibile utilizzare il modulo oscillatore IQXO350 reperibile presso RS Components (www.rs-components.it), cod. 316-6816.

Arrivati fin qui, il montaggio è all'80%, ora è il turno di saldare la memoria U2 (che consiglio di montare su zoccolo), il transistor Q1, le induttanze radiali L1 ed L2, ed i circuiti integrati U4, U5, U6 (da fissare meccanicamente al circuito stampato tramite vite e dado M3). L1 ed L2 sono due induttanze radiali a passo 5.08 mm, devono sopportare una corrente di almeno 1 A e comunque non inferiore a quella assorbita dall'hard disk per ogni linea (+5 V e +12 V). Queste due induttanze, in versione da 1.4 A massimi, possono essere reperite da RS, cod. 228-501.

I circuiti integrati U5 ed U6 vanno dotati di dissipatore, il circuito stampato permette l'utilizzo di diversi tipi, tuttavia, consiglio il modello cod. 234-2306, sempre disponibile presso RS, che hanno superficie ampia ed altezza relativamente contenuta.

Ancora riguardo U5 ed U6: nel caso in cui le versioni a tensione di uscita fissa (LM2576-5.0 e LM2576-12) risultassero difficili da reperire, si possono sostituire con le versioni regolabili (LM2576-ADJ). Se si monta un LM2576-ADJ al posto di U6, è necessario usare, per R4 ed R5, delle resistenze da 18 KΩ e 2 KΩ rispettivamente; allo stesso modo per U5 è necessario usare, per R6 ed R7, delle resistenze da 6.8 KΩ e 2.2 KΩ rispettivamente.

Il montaggio può proseguire con i condensatori elettrolitici C5, C6, C7, C8, e C10, prestando attenzione a saldarli nel verso giusto, ossia rispettando le polarità. I terminali di C5 e C7 devono essere piegati a 90° prima della loro saldatura, successivamente il corpo dei condensatori può essere incollato al circuito stampato mediante due piccole gocce di silicone trasparente.

Passiamo ora al montaggio dei connettori.

J1, che porta il bus IDE Ultra DMA, è un connettore per flat-cable da c.s. a 40 pin e va saldato sul circui-

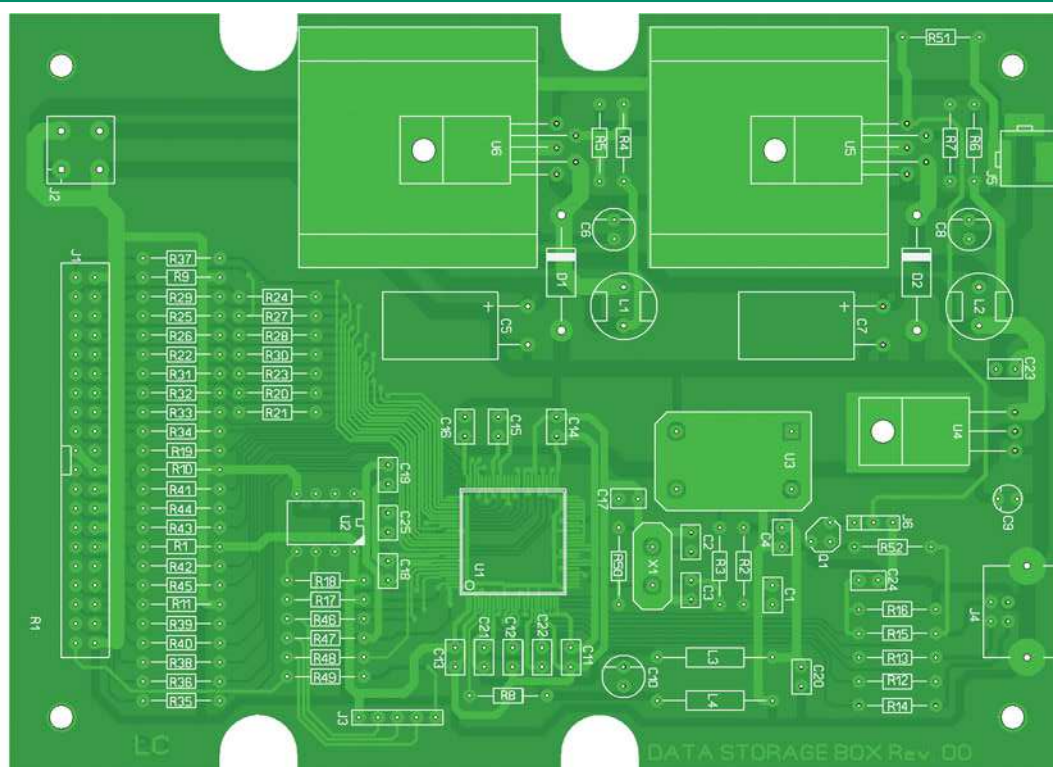



Figura 5: *Posizionamento dei componenti*

Elenco componenti			
Sigla	**Valore**	**Sigla**	**Valore**
R1,R9,R11	1 KΩ 1/4 W	C5,C7	1000 µF 35 V elettrolitico
R2,R16	62.9 KΩ 1/4 W	C6,C8	100 µF 25 V elettrolitico
*R3	470 Ω 1/4 W	C9,C10	10 µF 25 V elettrolitico
R4,R6	0 Ω	D1,D2	Diodo schotkky 1N5821 (RS: 447-1557)
R5,R7	Non montare (vedi testo)	Q1	BC547
R8	9.1 KΩ 1/4 W	U1	ISD300A1
R10	5.6 KΩ 1/4 W	U2	24LC02 (vedi testo)
R12,R13	39 Ω 1/4 W	U3	Oscillatore IQXO350 (RS: 316-6816)
R14,R17,R18	1.5 KΩ 1/4 W	U4	LM1117T-3.3 (RS: 349-4717)
R15	39 KΩ 1/4 W	U5	LM2576T-5.0 su dissipatore (vedi testo)
R19÷R41	33 Ω 1/4 W	U6	LM2576T-12 su dissipatore (vedi testo)
R42	82 Ω 1/4 W	L1,L2	Induttanza radiale 100 µH (RS: 228-501)
R43,R44,R45	22 Ω 1/4 W	L3,L4	Induttanza assiale 1 µH (RS: 191-0380)
R46,R47,R48	330 Ω 1/4 W	J1	Connettore IDC 40 pin
R49	220 Ω 1/4 W	J2	Connettore alimentazione HDD
*R50	100 Ω 1/4 W	J3	Strip 5 poli maschio
R51	10 KΩ 1/4 W	J4	Presa USB tipo B (RS: 324-8356)
R52	22 KΩ 1/4 W	J5	Presa jack da c.s. Ø6mm
C1,C4,C11÷C25	100 nF ceramico	J6	Strip 3 poli maschio con jumper
*C2,*C3	9 pF NP0 ceramico	* Montare R3, U3 oppure C2, C3, X1, R50	

to stampato tenendo conto della posizione della chiavetta. J2 è il connettore volante femmina che porta l'alimentazione all'hard disk e va collegato mediante degli spezzoni di filo aventi sezione di almeno 0.5 mm. Questo connettore può essere convenientemente recuperato da un vecchio alimentatore per computer (ricordo che il filo giallo porta +12 V ed il rosso +5 V, mentre i neri sono entrambi da collegare a massa), per il collegamento dei fili fare riferimento alla figura 7.
In J3 devono essere saldati dei fili che andranno collegati ai led di segnalazione, sul pannello frontale del dispositivo. I quattro led indicano la presenza dell'alimentazione (POWER), il collegamento ad una porta USB 2.0 (HIGH SPEED), la corretta inizializzazione del drive (INIT) e l'attività della periferica (ACTIVE).
J4 è la presa USB di tipo B, reperibile da vari negozi e distributori (cod. RS 324-8356). J5 è una presa per connettori tipo jack Ø6 mm. J6 è uno strip maschio sul quale va inserito un jumper (la sua funzione è spiegata nella descrizione del circuito).
Con la saldatura dei connettori termina il montaggio dei componenti elettronici.

Figura 6: *Circuito stampato montato e pronto all'uso*

Figura 7: *Collegamento dell'interfaccia*

COLLAUDO

Ultimato il montaggio, è possibile fare un primo collaudo allo stadio di alimentazione dell'interfaccia. Per far ciò basta spostare il jumper J6 in posizione 2-3 e collegare la scheda (senza l'hard disk) all'apposito alimentatore o comunque ad un alimentatore che fornisca una tensione di 15 Vdc. A questo punto è necessario verificare, mediante un multimetro, che sul connettore di alimentazione per l'hard disk siano presenti 5 V sul filo rosso e 12 V sul giallo; queste tensioni sono da misurare rispetto ai fili neri che portano la massa. Se le tensioni misurate sono differenti, si dovrà necessariamente ricontrollare il circuito prima di collegare l'hard disk, se invece queste tensioni sono regolari si potrà fare un ultimo controllo dello stadio di alimentazione misurando la tensione sul pin 3 di U4, che deve essere di 3.3 V.

Una volta verificata anche la presenza di questa tensione, si può togliere alimentazione alla scheda e proseguire con il collegamento del hard disk. Per far questo è necessario procurarsi uno spezzone di cavo piatto da 40 poli e di circa 7÷8 cm di lunghezza, alle estremità del quale vanno attestati due connettori femmina, prestando naturalmente attenzione ad orientare le chiavette di polarizzazione nello stesso senso. È poi necessaria una piccola modifica al cavo prima di poterlo collegare: mediante un taglierino, si devono separare i fili ottenendo quanto visibile in figura 6. Gli hard disk non hanno il connettore IDE in una posizione fissa e con questo accorgimento si rende il cavo piatto leggermente flessibile anche nel senso della larghezza, risolvendo i problemi meccanici di collegamento.

Ricordo che la massima velocità della porta IDE dell'interfaccia è di 66 Mbyte/s ed è sopportabile senza problemi dal corto spezzone di cavo che abbiamo utilizzato, lunghezze ridotte e separazione dei fili contribuiscono a diminuire le capacità parassite migliorando le caratteristiche dei segnali.
Rimane ora da inserire il connettore di alimentazione nell'hard disk, successivamente, sempre con J6 in posizione 2-3, ridando alimentazione alla scheda si metterà in movimento l'hard disk. Collegando l'interfaccia al computer si completa, almeno per ora, la parte hardware.

IL SOFTWARE

La procedura che andiamo a descrivere potrebbe essere leggermente diversa, soprattutto nella parte grafica, in base alle diverse versioni di Windows®, ad ogni modo la procedura rimane sostanzialmente la stessa.
Subito dopo il collegamento, il PC si accorge della nuova periferica collegata alla porta USB, mostrando la finestra visibile in figura 8 e successivamente (solo al primo collegamento) mostra la finestra della figura 9, chiedendo il driver.

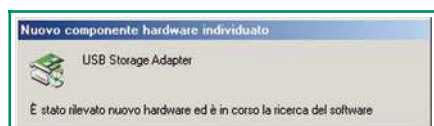



Figura 8: La periferica è stata rilevata

Figura 9: Richiesta di installazione del driver

Qui è necessario selezionare "Specificare percorso del driver" e poi cliccare su "Avanti". Alla successiva finestra (figura 10) si deve cercare il driver specificandone il percorso.

Il driver è scaricabile dal sito di Fare Elettronica, deve essere scompattato in una cartella a piacere prima di poter essere utilizzato. Una volta che il computer ha riconosciuto il driver mostra la finestra di figura 11 e, pochi istanti dopo, visualizza una conferma della corretta installazione del dispositivo (figura 12).
Accanto all'orologio sarà presente una nuova icona, come mostrato in figura 13 e, cliccando su "Risorse del computer", sarà possibile visualizzare ed accedere alla nuova unità gestendola come un normale hard disk interno. A questo punto sia il collaudo che l'installazione del driver sono completati.

Importante: per evitare perdite di dati, prima di scollegare o di togliere alimentazione alla nuova periferica, è indispensabile fare click col tasto sinistro su questa icona, selezionare la voce "Safely remove..." ed aspettare il messaggio di conferma della possibile rimozione (figura 14).

Figura 10: Ricerca del driver

Figura 11: Driver riconosciuto

Una volta verificato il corretto funzionamento, è possibile rimuovere la periferica e spostare il ponticello J6 in posizione 1-2 se si ha intenzione di lasciare il dispositivo collegato al PC per la maggior parte del tempo.

IL CONTENITORE

Ho dotato questo dispositivo di un contenitore "ad hoc", realizzato interamente in PVC, il risultato è stato giudicato più che buono, quindi riporto di seguito alcune informazioni riguardanti la sua costruzione.

Il materiale usato è PVC spesso 5 mm, di colore blu trasparente per il pannello frontale e per il retro, completamente trasparente per i

Figura 12: La periferica è stata installata correttamente

Figura 13: La nuova icona, accanto all'orologio

Figura 14: Messaggio di possibile rimozione del dispositivo

rimanenti quattro lati e per la lastra centrale. Il PVC può essere reperito, ed eventualmente anche fatto tagliare su misura, presso quei negozi che trattano gomma e materie plastiche.

Figura 15: *Il contenitore visto dall'alto*

Figura 16: *Retro del dispositivo*

Il contenitore è realizzato attorno ad un "telaio" composto dalle quattro lastre trasparenti, che sono fissate tra loro mediante incollaggio per lasciare il montaggio pulito. Su queste quattro lastre sono fissati il pannello frontale, il retro e la lastra interna. Per queste parti sono state utilizzate delle viti M2 ed M3 in modo da rendere il dispositivo facilmente smontabile in caso di manutenzione o sostituzione dell'hard disk per un possibile futuro aggiornamento.

Sulla lastra interna sono a loro volta montati l'hard disk e la scheda, come visibile nella foto in figura 15.
La presa di alimentazione e la presa USB sono state volutamente fatte sporgere di 5 mm dal circuito stampato, in modo da poter entrare negli scassi da effettuare sul retro, arrivando a filo del contenitore senza sporgere.

Cos'altro dire, è consigliabile incollare quattro piedini in gomma morbida sulla base del contenitore (che può essere tenuto sia in verticale che in orizzontale) in modo da attenuare le vibrazioni emesse dall'hard disk in movimento.
Da notare che il contenitore così costruito riduce notevolmente il rumore emesso dai dischi in rotazione, permettendo di lavorare sul computer senza fastidiosi rumori di sottofondo.

MISSILISTICA AMATORIALE
STRUMENTAZIONE: DATALOGGER A 5 CANALI ANALOGICI

di **Eugenio Cosolo** *(info@missilistica.it)*
ed **Esteban Mascarella** *(esteban411@hotmail.com)*

Si tratta di uno strumento di laboratorio indispensabile quando si ha la necessità di monitorare e registrare tensioni analogiche in rapida variazione, da analizzare comodamente in un secondo tempo con il proprio personal computer. Le applicazioni sono moltissime, come anche la gamma di sensori che possono essere collegati agli ingressi dello strumento, ad esempio: sensori di pressione, sonde di temperatura, accelerometri, fotocellule, celle di carico, eccetera. Qualsiasi tensione in continua nel range da 0 a 5 Volt può essere monitorata dallo strumento, inoltre, interfacciando il datalogger a dei moduli RF digitali, possiamo ottenere un valido sistema di telemetria.

Questo progetto, semplice e poco costoso nella realizzazione, ma molto versatile e potente, prevede anche l'alimentazione a batteria per aumentarne il campo d'impiego.
Il progetto è integrato alla serie di articoli sulla Missilistica amatoriale in quanto originariamente è stato concepito per assolvere la funzione di datalink telemetrico installato sulla capsula payload del razzo in costruzione, per il rilevamento dei parametri di volo.
Lo stesso dispositivo sarà anche usato come registratore dati, accoppiato al banco di test per motori a razzo, oggetto di una delle prossime puntate, insieme ad una cella di carico ad estensimetri.

LO SCHEMA ELETTRICO

Il dispositivo è costruito intorno ad uno dei "best-seller" della Microchip, il validissimo microcontrollore PIC16F876, dotato di un efficiente convertitore analogico/digitale shiftabile su diversi ingressi.
I pochi componenti esterni al microcontrollore sono il generatore di clock (un oscillatore a 4 Mhz), uno stabilizzatore di tensione a 5 Volt, una memoria EEPROM 24LC64 (oppure 24LC256), un display LCD da 16 caratteri su due linee ed un convertitore di protocollo seriale MAX232.
In questa configurazione il circuito ci permette di campionare le tensioni presenti sui 5 ingressi (nel range di 0 a 5 V), di visualizzare i valori digitali sul display, di memorizzare le letture sulla memo-

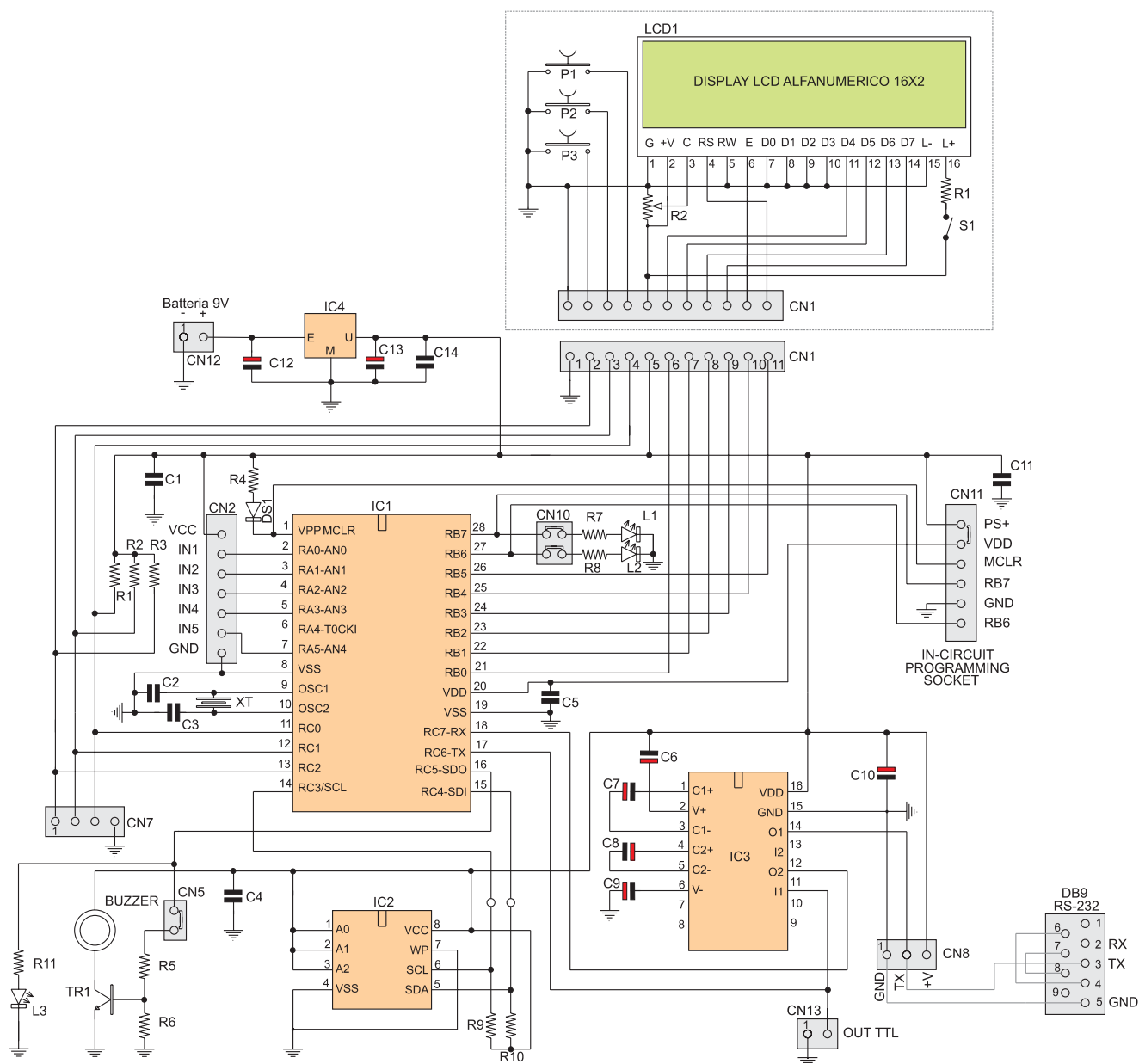



Figura 1: *Schema elettrico del Datalogger*

ria e di ritrasmetterle in un secondo tempo ad un personal computer, dove un opportuno programma può interpretarle a piacimento.
L'attivazione dei campionamenti e relativa trasmissione in RS232 in tempo reale viene comandata dalla pressione del pulsante P1, premendo nuovamente lo stesso pulsante si comanda lo STOP, mentre la visualizzazione e la contestuale trasmissione seriale al PC dei dati memorizzati viene attivata dal pulsante P2. I dati sono conservati intatti anche in assenza di alimentazione mentre la cancellazione dei vecchi dati viene fatta al momento del nuovo campionamento.
Il clock del microcontrollore è generato dal quarzo XT da 4 Mhz insieme ai condensatori C2 e C3.

Scegliendo un quarzo di frequenza più alta il campionamento varia di conseguenza ed è possibile montare un quarzo fino a 20 Mhz. Attenzione però agli eventuali problemi di trasmissione seriale.
Il display LCD è collegato alle porte RB0-RB4 tramite il connettore CN1, mentre gli ingressi analogici sono collegati alle porte RA0-RA3, impostabili a seconda delle necessità in modalità digitale oppure analogica (AN0-AN3).
Il connettore CN2 raggruppa tutti gli ingressi da campionare, insieme ad un pin di massa e uno a 5 volt, utile per alimentare alcuni sensori attivi.
I pulsanti di servizio sono collegati alle porte RC0-RC2 e sono disponibili sia sul connettore CN1, sia sul CN7, dedicato appositamente per questo scopo.
Sulla porta RC5 è collegato un buzzer piezoelettrico attivo e un led per segnalare visivamente l'attivazione.
L'archiviazione dei dati viene fatta nella memoria 24LCxxx, connessa al PIC tramite le porte RC3-RC4 (linee SCL e SDI).
Contestualmente alla memorizzazione le letture sono trasmesse sull'interfaccia seriale disponibile sulle porte RC6-RC7. Lo standard TTL è convertito in protocollo RS-232 dal chip MAX232 della Maxim, sostituibile con i modelli equivalenti prodotti da altre case.
Se si ha la necessità di inviare il segnale ad una stazione di ricezione remota (radio telemetria) è possibile prelevare il segnale in standard TTL ed inserirlo sull'ingresso di un trasmettitore radio (ad esempio i moduli ibridi prodotti da diverse case).
Il segnale RS-232 è disponibile sul connettore CN3, previsto per la connessione al personal computer.
In questo caso il cavo di connessione richiede solo un polo oltre alla massa. Ricordarsi però di cortocircui-

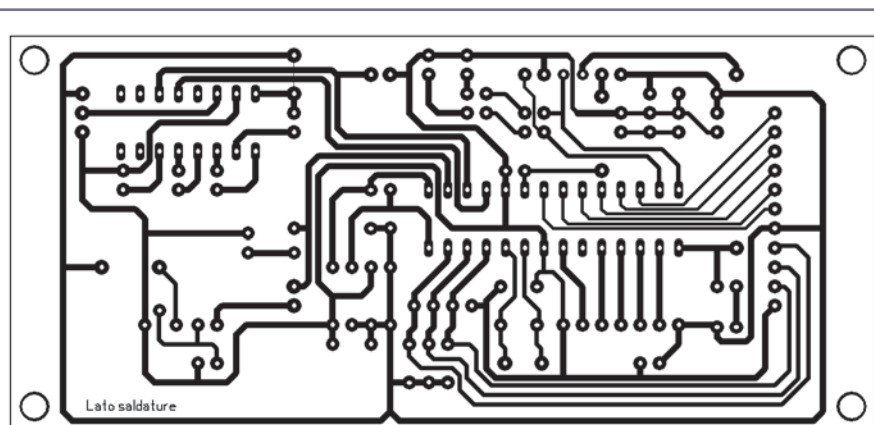



Figura 2: Circuito stampato in scala 1:1 (lato saldature) della scheda madre

Scheda madre
Elenco componenti

Sigla	Valore	Sigla	Valore
R1	27 KΩ 1/4 W	C10	47 µF elettrolitico
R2	27 KΩ 1/4 W	C11	100 nF poliestere
R3	27 KΩ 1/4 W	C12	47 µF elettrolitico
R4	10 KΩ 1/4 W	C13	100 nF poliestere
R5	22 KΩ 1/4 W	C14	1 µF elettrolitico
R6	47 KΩ 1/4 W	DS1	1N4148
R7	470 Ω 1/4 W	TR1	BC547
R8	470 Ω 1/4 W	XT	Quarzo 4 Mhz
R9	10 KΩ 1/4 W	L1	Led rosso
R10	10 KΩ 1/4 W	L2	Led verde
R11	470 Ω 1/4 W	L3	Led giallo
R12	1 KΩ trimmer	IC1	PIC16F876/20
R13	390 Ω 1/4 W	IC2	24LC256
C1	100 nF poliestere	IC3	MAX232
C2	22 pF ceramico	IC4	78SL05
C3	22 pF ceramico	LCD	Display LCD 16x2
C4	10 nF poliestere	P1-P3	Pulsanti da circuito stampato
C5	10 nF poliestere	S1	Interruttore a slitta
C6	2,2 µF elettrolitico	BUZ	Buzzer piezoelettrico
C7	2,2 µF elettrolitico	1 zoccolo per integrato a 28 pin	
C8	2,2 µF elettrolitico	1 zoccolo per integrato a 8 pin	
C9	2,2 µF elettrolitico	1 zoccolo per integrato a 16 pin	

Figura 3: *Piano di montaggio della scheda madre*

tare i pin 7-8 e 4-6 sul connettore a 9 poli da collegare al PC.
Il connettore CN11 è usato per la programmazione ON-BOARD, molto utile per evitare di estrarre il micro dallo zoccolo. Per programmarlo in questo modo serve un apposito programmatore ed in questa fase i ponticelli sul CN10 e sul CN11 devono essere momentaneamente rimossi.

LA COSTRUZIONE

Per la costruzione dei circuiti stampati, potete utilizzare i disegni di figura 2 e 4. Per consentire la realizzazione in casa del circuito stampato senza troppe complicazioni è stato disegnato a singola faccia, è però importante ricordare di inserire i tre ponticelli in filo di rame tra le piazzole predisposte.
Una volta forata la basetta con la punta da 0,8 mm ed averla adeguatamente sgrassata procederemo con l'inserimento e saldatura degli zoccoli, dei connettori a passo 2,54, delle resistenze e dei condensatori, successivamente saranno montati i componenti attivi.
Il montaggio del display LCD è previsto sul pannello anteriore del contenitore, così anche i pulsanti e i led. Controllare la zoccolatura del display in base al modello disponibile (verificare tabella illustrata).

L'interruttore di alimentazione, la presa seriale RS232 e il connettore multipolare per gli ingressi saranno invece installati sul pannello posteriore.

Nelle foto è visibile uno dei prototipi realizzati dagli autori, nella fattispecie si tratta della versione portatile, alimentata a batteria. Il circuito del datalogger è il modulo centrale, mentre a fianco si può vedere l'amplificatore per celle di carico ad estensimetri, che sarà oggetto di un prossimo articolo.
Sul pannello anteriore è installato il display LCD, i pulsanti di comando e i Led di status. Sul pannello posteriore sono disponibili gli interruttori per le diverse sezioni e le prese per l'interfacciamento con l'esterno.

COME SI USA

Possiamo collegare ad una o più entrate un valore di tensione in continua compreso da 0 e 5 Volt, per fare dei test sono sufficienti anche dei normali potenziometri o trimmer con un terminale a massa, l'opposto ai 5V disponibili sullo zoccolo di collegamento e il cursore centrale sull'ingresso. Regoliamo inizialmente i potenziometri o i trimmer in modo da connetterli a massa.

Diamo tensione dl circuito e leggeremo sul display la scritta: *Telemetric System Ready*.
Premiamo una volta il pulsante di start P1 e un breve suono ci avviserà che il campionamento è iniziato.
Sulle due righe del display potremo leggere:
A0000B0000C0000D0000E0000
REC
Se sposteremo i potenziometri vedremo che il valore 0000 cambierà indicando altre cifre.
Una tensione di 5V sarà rappresentata dalla cifra 1024, perciò ogni aumento di un Volt della tensione presente sul segnale in entrata causerà un incremento di 205 unità sul display.
La scritta REC indica che si è in fase di campionamento e registrazione, mentre il LED lampeggia.
Il sistema continua a memorizzare i dati fino a quando non premeremo nuovamente il pulsante P1 oppure si esaurirà la capacità della memoria EEPROM (**794** letture con una memoria 24LC64 e **3176** letture con

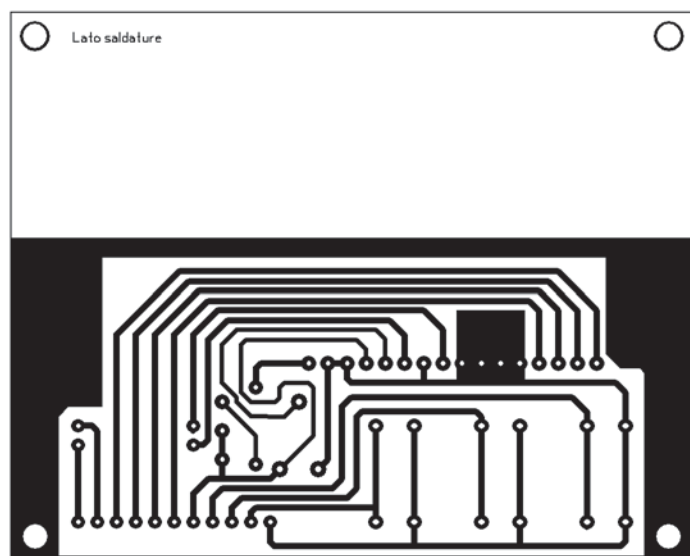



Figura 4: *Circuito stampato in scala 1:1 (lato saldature) della scheda display*

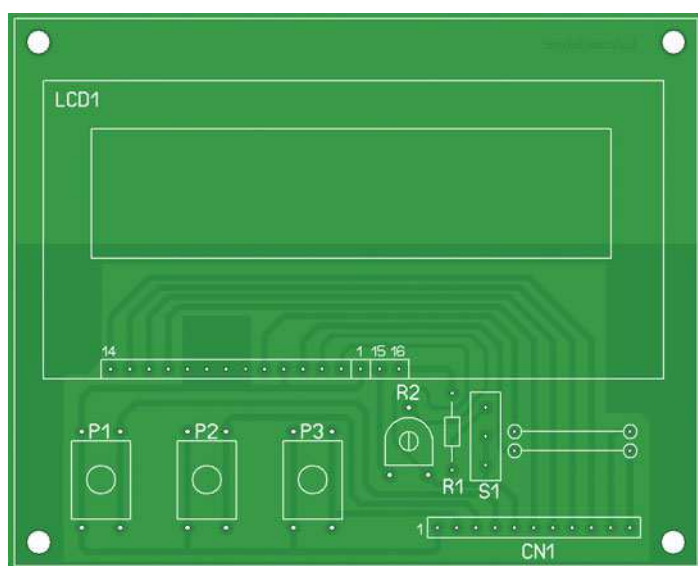



Figura 5: *Piano di montaggio della scheda display*

Scheda Display
Elenco componenti

Sigla	Valore
R1	390 Ω 1/4 W
R2	Trimmer 1 KΩ
S1	Interruttore a levetta da cs
P1÷P3	Pulsanti NA da cs
LC,D1	Display LCD 2x16

una 24LC256).
A questo punto possiamo collegare il dispositivo alla porta seriale RS232 del nostro PC, lanciamo il programma di scaricamento e premiamo il pulsante P2.
Sulle due righe del display potremo leggere:
A0000B0000C0000D0000E0000
PLAY
Il led rimarrà acceso in continuazione mentre i dati si trasferiranno sul PC dove potranno essere archiviati in un file con il nome assegnato e rielaborati successivamente. A trasferimento terminato il LED si spegnerà.
I dati rimarranno in memoria anche a circuito spento e saranno cancellati automaticamente solo al momento di un nuovo campionamento.

IL PROTOCOLLO DI TRASMISSIONE

Sull'uscita seriale, sia in tempo reale che in fase di scaricamento dati memorizzati, disponiamo di una serie di stringhe con i seguenti parametri: 9600 baud, 8 bit, nessuna parità, 1 bit di stop, e con il seguente protocollo: 255, ch0-h, ch0-l, ch1-h, ch1-l, ch2-h, ch2-l, ch3-h, ch3-l, ch4-h, ch4-l, cks-h, cks-l.

Spieghiamo bene cosa significano in dettaglio i sopra descritti simboli:
Per prima cosa attendiamo la ricezione del codice 255, che serve a marcare l'inizio della sequenza. È stato scelto questo valore poiché in nessun caso potrà essere usato dagli altri segnali.

Quelli che seguono sono 10 valori raggruppati a due a due, infine i due valori del checksum, che servono ad autenticare i dati precedenti.
La coppia di dati, ad esempio ch0-h e ch0-l, rappresentano il valore effettivo del canale 1, suddivisi in due tronconi in formato "bcd", il primo indica la parte alta ed il secondo la parte bassa.
Questi due valori devono essere riassemblati per ottenere il valore completo disponibile sul canale.
Ad esempio, se il carattere ch0-h convertito in decimale è di 09 e il carattere ch0-l convertito in decimale è di 72, il valore risultante sarà: (09 *100) + 72 = 972

Una semplice procedura scritta in Qbasic per lo scarico dei dati è disponibile sul sito di Fare elettronica, come anche il firmware necessario alla programmazione del PIC.

I SENSORI INTERFACCIABILI

Al momento sono stati sviluppati i

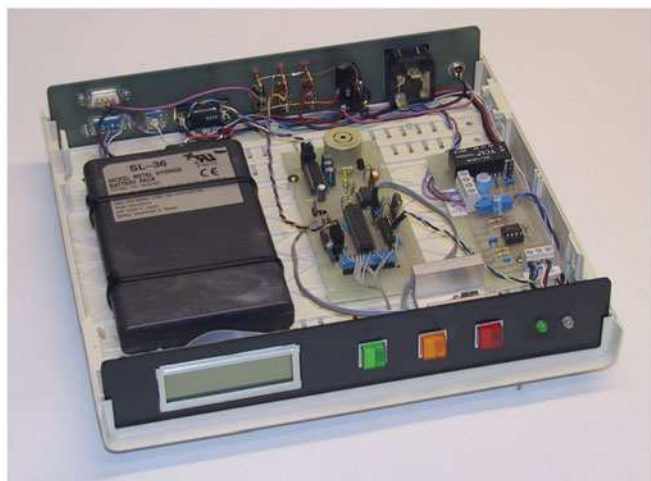



Figura 6: *Alcune viste del datalogger da noi realizzato*

seguenti tipi di sensori:

- Accelerometri a singolo e doppio asse, con un range da 2 a 50 G.
- Barometro ambientale per la misura della pressione atmosferica, utile per implementare un altimetro.
- Voltmetro per misurare lo stato degli accumulatori di bordo.
- Sensore termico, per la misurazione della temperatura ambientale.
- Cella di carico ad estensimetri, per la misura di forze, pesi, torsioni, sollecitazioni e vibrazioni.

Sono allo studio anche altri tipi di sensori, ad esempio una bussola elettronica ed un inclinometro. In una delle prossime puntate saranno presentati i principi di funzionamento e gli schemi applicativi.

IL FIRMWARE

Il programma da caricare sul microprocessore potrete trovarlo sul sito di Fare Elettronica (www.farelettronica.com).
Una volta in possesso del file dovrete trasferirlo nella memoria del microcontrollore, usando un apposito programmatore oppure il metodo della programmazione In-Circuit, molto comoda perché evita di smontare il chip dallo zoccolo ed inserirlo nel programmatore, operazione che a lungo andare può compromettere l'integrità dei piedini.
Durante la programmazione con il metodo In-Circuit è necessario togliere i ponticelli installati sul connettore CN11 e quelli che alimentano i LED (CN10).

IL DISPLAY LCD

I collegamenti del display LCD (tipo CDL4162 ma compatibile con molti altri display) sono i seguenti:

Pin **1**	massa
Pin **2**	+5V
Pin **3**	regolazione contrasto (trimmer 10 da Kohm tra +5 e massa)
Pin **4**	RS (pin RB5 del micro)
Pin **5**	R/W (a massa)
Pin **6**	E (pin RB4 del micro)
Pin **7÷10**	massa
Pin **11**	(pin RB0 del micro)
Pin **12**	(pin RB1 del micro)
Pin **13**	(pin RB2 del micro)
Pin 14	(pin RB3 del micro)

CONCLUSIONI

Anche per questo mese abbiamo concluso, nel rinnovarvi l'appuntamento al prossimo numero, vi ricordiamo che per qualsiasi informazione potete contattarci via email:

- Per la parte hardware: Eugenio Cosolo (info@missilistica.it)
- Per la parte software: Esteban Mascarella (esteban411@hotmail.com)

Figura 7: *Alcune immagini della cella di carico utilizzata*

11° MARC
di primavera

PROIETTORI HID XENON PER AUTOMOBILE

di Andrea Marani
a.marani@farelettronica.com

In queste righe sveleremo la tecnica ed i segreti dei nuovi proiettori per auto a scarica di gas xeno.
Caratterizzanti le auto più lussuose quali BMW, Audi e Mercedes, ora con il nuovo codice della strada che prevede le luci accese in strade extraurbane e autostrade, avere un impianto luci efficiente e dalla lunga durata diviene fatto determinante.

Circa un annetto fa mi sono messo alla ricerca su internet di costruttori o distributori di luci per auto, per la precisione che proponessero kit per convertire le luci di profondità della propria automobile da alogene a HID, ebbene, il mercato offre tantissimo: sono davvero molte le ditte che ti propinano kit, più o meno potenti o mirabolanti, dal colore bianco, bianchissimo, azzurro, azzurro porpora e chi più ne ha più ne metta. Unica costante di tutta la ricerca è che i prezzi non scendono sotto al milione e mezzo delle vecchie lire o settecentocinquanta Euro circa. Cifra non da poco.

Anche se queste lampade a gas hanno una durata di molto superiore alle alogene, non si bruciano ma si consumano pian piano come una lampada al neon. Non avendo il filamento ma due elettrodi vicini tra cui si instaura la scarica, non soffrono di stress da vibrazioni, emanano meno calore e, come per tutte le lampade a scarica, a parità di potenza sono efficienti circa sette otto volte di più.
Proiettori allo xeno per auto se ne vedono già parecchi, di prima installazione, adesso anche in autovetture non proprio di lusso ma questo è pur sempre un optional che costa tanto.

Inutile ricorrere alle lampade alogene blu, promettenti miracoli, caricate con gas xeno e altre mille diavolerie, perché colorando di blu il bulbo la luminosità diviene minore, inoltre, più facile sarà incrinare il bulbo della lampada a causa della carbonizzazione del colorante.
Insomma se si vuole lo Xeno HID dovremo comprare il kit o costruirne uno da noi.
Ed è proprio quello che faremo.
Nella foto possiamo vedere una lampada HID per auto il cui zoccolo è universale per cui potremo sostituirla alle vecchie alogene anabbaglianti. Beh, presto e fatto, direte voi… Eh no! Il problema sorge proprio adesso.

Le nostre vecchie e care alogene dalla luce giallastra funzionano a 12 V mentre le lampade a scarica hanno bisogno di tutt'altra tensione per funzionare. Occorre perciò un apposito convertitore di tensione ed un accenditore non di molto differente da quelli usati per le lampade a vapori metallici.
Anche le lampade allo Xeno sono a vapori metallici ad alta pressione, per precisione caricate con gas raro Xeno al fine di ottenere luce bianchissima e brillante.

Figura 1: *Lampada HID per automobile di tipo universale*

Figura 3: *Lampada HID per auto con zoccolo specifico per sostituzione con alogena*

Figura 5: *Lampada a scarica per proiettori LCD*

HID letteralmente significa High Intensity Discharge, ovvero, lampade a scarica alta intensità del tipo MHD (Metal Halide Discharge) o scarica a sali metallici. Si tratta in genere di bulbi di circa 4 cm di lunghezza, larghi circa 6 mm, al cui interno vi è un'ampollina contenente il gas raro e due elettrodi, ebbene, all'interno di quest'ultima avviene la scarica. Un secondo involucro di vetro serve da schermo per i raggi ultravioletti emessi, per proteggere la parabola in caso di scoppio e assicura alla lampada un'ottima insensibilità agli urti e vibrazioni.
Le lampade utilizzate in automobile in prima installazione, cioè equipaggiate con Xenon dalla casa madre, utilizzano particolari zoccoli ottimizzati per l'alta tensione (figura 1), le differenze tra costruttore e costruttore non sono poi così notevoli, come potrete vedere in figura 2 con il confronto tra Philips e Osram Sylvania.
Differenti sono i tipi di lampade per kit post vendita che dovranno avere zoccoli diversi per poter essere alloggiate in parabole predisposte per altro tipo di lampade. In figura 3 possiamo vedere una lampada HID di costruzione cinese con zoccolo specifico per alogena, in figura 4 un ibrido biluce con alogena per abbaglianti e HID per anabbaglianti, tutto in una sola lampada. Questo per convertire lampade bifilamento.
Per fare un raffronto la figura 5 rappresenta una lampada a scarica per proiettori LCD.
La figura 6 vi mostra differenti soluzioni tecniche per auto con lampade a scarica alta potenza, utilizzabili in Rally e corse, assolutamente non omologabili.
La figura 7 mostra un bulbo HID cinese di basso costo che, provato non ha dato risultati malvagi ma non è stata testata la durata della lampada.
Nella figura 8 possiamo vedere una lampada da 35W per utilizzo aeronautico, ad occhio nudo le differenze sono davvero minime.
Per definire al meglio i rapporti tra alogene e lampade xeno per automobile riferitevi alla tabella 1 dove in lunghezza avrete l'efficienza in lumen della lampada oltre ai gradi Kelvin di temperatura colore. Le lampade a scarica sono da 35W e le alogene 55W. Il rendimento delle prime è non inferiore all'85% mentre per quelle a filamento esso si fissa a circa il 35%. Una lampada alogena genera circa 3300 Lumen mentre una HID circa 25000 Lumen. La durata dell'alogena è circa 1200 Ore, della HID circa 5000 Ore.

Definito ciò parleremo dettagliatamente delle tensioni che servono all'accensione delle lampade HID, per mantenere la scarica e per la riaccensione rapida, molto importante in automobile.

Figura 2: *Confronto HID tra Osram e Philips*

Figura 4: *Ibrido biluce con alogena per abbaglianti e HID per anabbaglianti*

Figura 6: *Lampade HID per competizione non omologabili per eccessiva potenza*

Figura 7: *Bulbo HID a basso costo di produzione cinese*

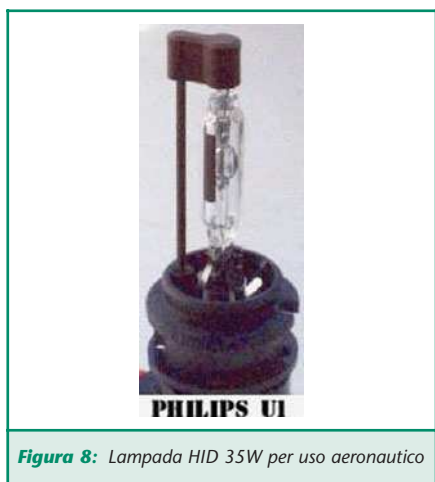
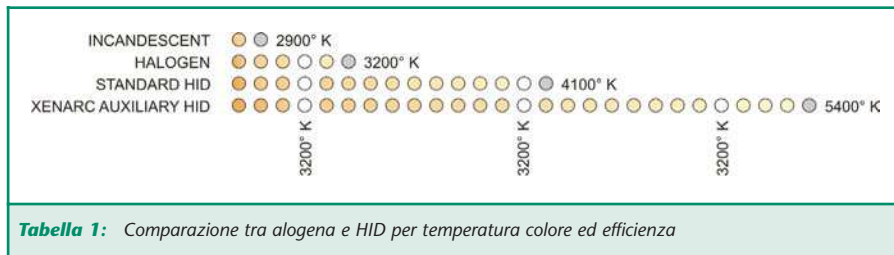



Figura 8: *Lampada HID 35W per uso aeronautico*

Tabella 1: *Comparazione tra alogena e HID per temperatura colore ed efficienza*

Dovremo però ricordare una cosa: il circuito dell'auto dovrà essere modificato in quanto ogni volta che da anabbaglianti passeremo agli abbaglianti, le prime si spengono per accendere le seconde.
Questo non deve accadere perché dopo il lampeggio, se spente, le HID forniranno luce meno intensa e bluastra per circa 20 secondi. Per evitare il problema occorrerà modificare l'impianto come da figura 9, nei pressi del relè del devioluci. Le lampade HID dovranno essere usate solo per le cosiddette mezze luci e non gli abbaglianti, il faro dovrà avere controllo di altezza elettronico o motorizzato: esistono nuovissime lampade HID dette bixeno che tramite un solenoide ed uno schermo mobile modificano il fascio da anabbagliante ad abbagliante, queste costano davvero tanto, sono montate di serie sulla Lancia Thesis, Mercedes S, Wolksvagen Tuareg e Porsche.

COME FUNZIONANO LE LAMPADE HID

Le HID debbono essere alimentate a circa 85 V corrente alternata e necessitano di circa 20 KV per l'impulso di accensione, questo deve essere iniettato su di uno dei due fili della lampada e da accese richiedono circa mezzo ampere di corrente a tensione di mantenimento.
All'atto dell'accensione, cioè quando è appena scoccata la scarica, la lampada consuma tantissimo ma solo per le poche decine di secondi in cui gli elettrodi diventano incandescenti favorendo la scarica controllata. Questo frangente, definito "start up" fa cadere la tensione alla lampada di oltre 50 V essendo la corrente richiesta vicina ai 10 A.
Va da se che l'alimentatore convertitore dovrà essere piccolo ma capace di sopportare per poco tempo extracorrenti notevolissime. A questo scopo si usano alimentatori SMPS con mosfet molto capaci in corrente.
Il prototipo che vi proponiamo di realizzare è abbastanza semplice, al contrario dei modelli commerciali, spesso dotati di DSP o componenti complessi e multipli stadi circuitali (figure 10÷13). Bobine sparse qua e là limitano disturbi e abbattono residui di radiofrequenza, trasformatori in ferrite innalzano la tensione per la lampada o inducono l'impulso EHT di accensione.

GLI ACCENDITORI COMMERCIALI

A seconda del costruttore gli alimentatori per lampade HID si differenziano anche notevolmente tra loro; ad esempio la ST utilizza un circuito piuttosto complicato che comprende un convertitore step-up isolato con un solo mosfet che innalza la tensione da 12 V ad oltre il centinaio, supervisionato da un PWM driver, poi raddrizzata e filtrata la media tensione viene resa alternata di nuovo tramite un ponte ad H di mosfet ed inviata alla lampada.
Tutto con anelli di reazione in corrente e tensione.
Il circuito è protetto da tutto e da tutti!

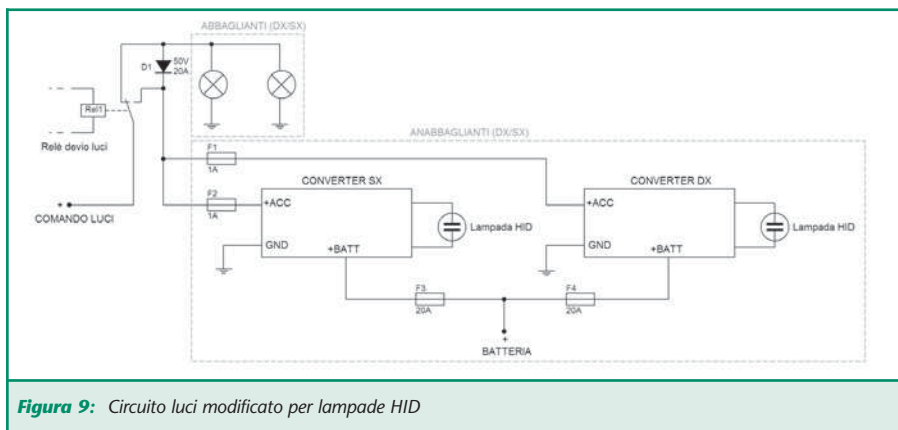



Figura 9: *Circuito luci modificato per lampade HID*

Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
R1	220 Ω 1 W
R2	
R3, R4	470 Ω1/4 W
R5, R6	100 Ω 1 W
R7, R8	10 Ω 1/4 W
R9	4,7 Ω 20 W
R10	39 KΩ 2 W
P1	
C1	3300 μF 16 V elettrolitico
C2	100 nF 100 V ceramico
C3	1000 μF 16 V elettrolitico
C4	100 nF 100 V veramico
C5	100 μF 16 V elettrolitico
C6	
C7	220 nF 1000 V
IC1	CD4047B
TR1, TR2	BD139
MOS1, MOS2	STDH190
D1	1N5401
D2	1N4001
DZ1	Zener 10 V 1 W
SC1	Scaricatore 750 V
PR1	Ponte 1 A 1000 V
T1	Trasformatore con nucleo in ferrite doppia E oppure OLLA Primario: 4+4 spire Secondario A: 45 spire di filo da 0,5 mm Secondario B: 400 spire di filo da 0,5 mm
T2	Trasformatore con nucleo in ferrite doppia E oppure OLLA Primario: 2 spire di filo da 1 mm smaltato Secondario: 60 spire di filo da 0,5 mm
L1	20 spire di filo da 1 mm su toroide da 2 cm
L2	20 spire di filo da 0,5mm su toroide da 1 cm
C6	470 pF ceramico
P1, R2	47 KΩ

Figura 10: *Alimentatore per lampade HID di tipo commerciale cinese*

Figura 11: *Alimentatore per lampade HID per uso subacqueo*

Il circuito di trigger per l'alta tensione utilizza un 555 che pilota un altro mosfet realizzando un booster di tensione a circa 800 V tali da far scaricare un condensatore sul trasformatore di trigger inducendo sulla lampada oltre 20 KV per l'accensione.
Differente la scelta di Hitachi e National Semiconductors i quali si affidano ad un circuito integrato che assolve a tutti i compiti di rito, dall'innalzamento della tensione di batteria, alla tensione EHT di firing fino a tutti i controlli.
Non mi sono capitati tra le mani convertitori di Philips e Sylvania però ho potuto notare come taluni convertitori cinesi siano proprio ridotti all'osso, un solo inverter DC/AC e il circuito di firing, solo quattro transistori in croce e tutto funziona.
A questo proposito ho realizzato un circuito di prova che vi pro-

pongo e per il quale vi rimando alle figure 14 e 15.
Il costo costruttivo dell'accenditore non è elevatissimo, si tratta in realtà di un inverter DC-AC da 12 a 100 V circa e di un circuito di trigger che preleva tensione sempre da un secondario del trasformatore principale ma con tensione vicina agli 800 V. Il circuito trigger è di tipo a scarica capacitiva con scaricatore in ceramica da 800 V, in questo modo si crea un oscillatore basato sulla scarica repentina del condensatore sul primario di T2 determinata dallo scatto in conduzione dello scaricatore SC. Sul secondario di T2 avremo ben 20 KV in serie alla lampada.
In questo modo avremo sicura accensione anche quando la lampada è calda o appena spenta.

Figura 12: *Alimentatore HID per auto commerciale*

Figura 13: *Altro alimentatore per lampada HID per uso mobile*

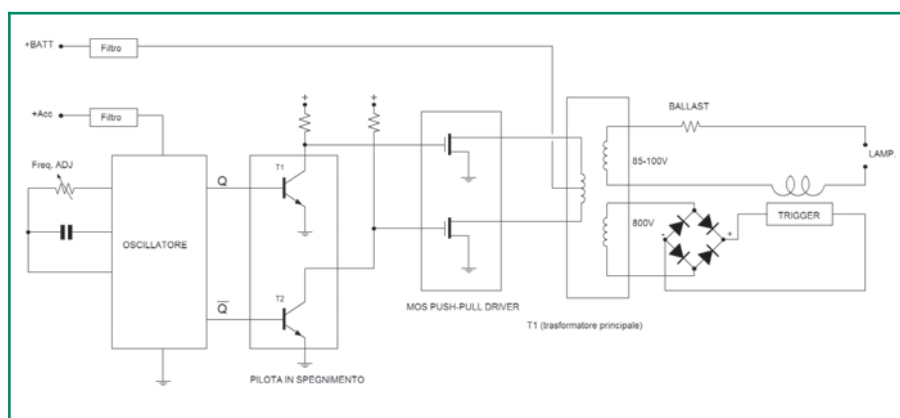



Figura 14: *Schema a blocchi convertitore per HID*

ISTRUZIONI DI MONTAGGIO DELL'ACCENDITORE

In figura 16 e 17 sono riportati rispettivamente circuito stampato e piano di montaggio del nostro accenditore, mentre le figure 18÷21 mostrano come appare il prototipo finito ed alcuni elementi dello stesso.

Occorre prestare attenzione al montaggio del circuito, i mosfet di potenza debbono essere isolati tra loro e posti a contatto del dissipatore o del contenitore metallico, isolati con miche e passanti in plastica termoresistente.

Figura 15: *Schema elettrico del nostro convertitore*

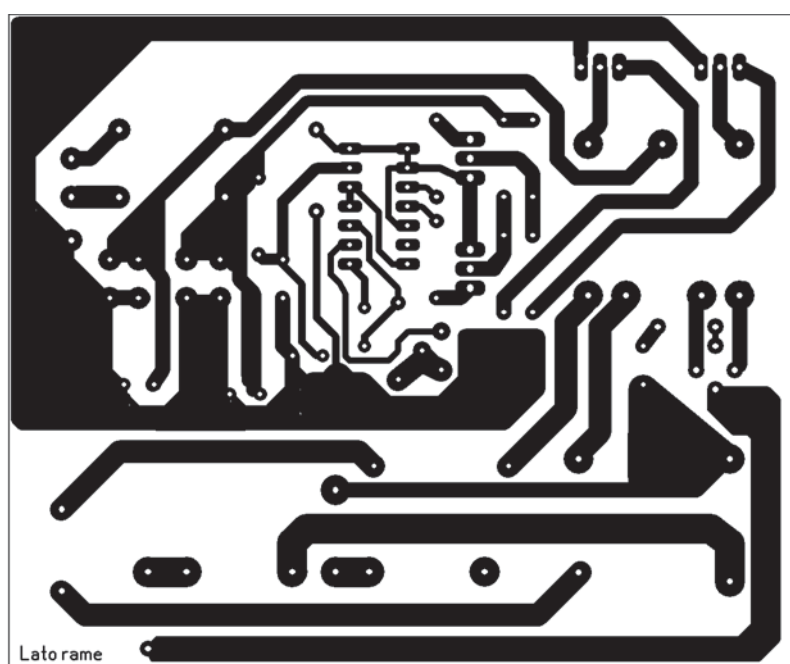



Figura 16: *Circuito stampato scala 1:1 (lato rame)*

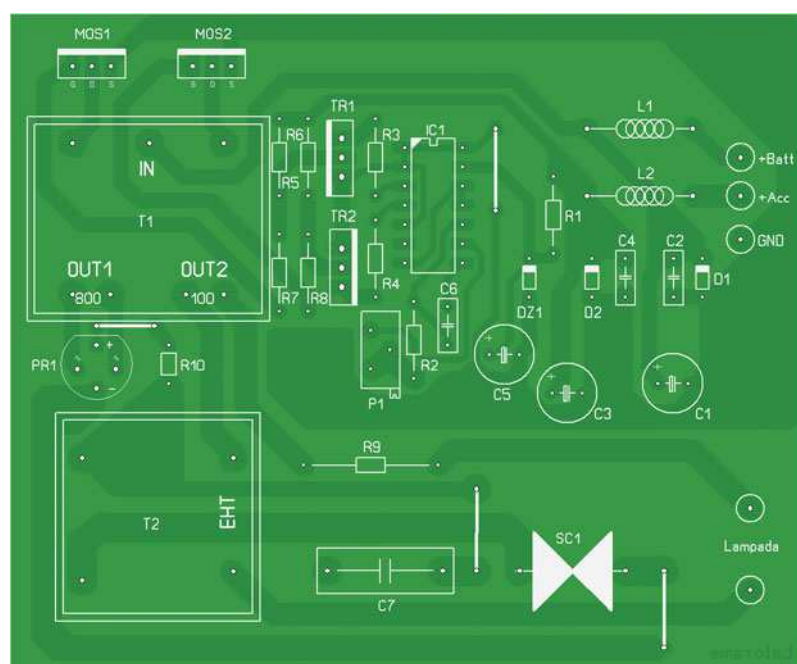



Figura 17: *Posizionamento dei componenti*

Figura 18: *Prototipo montato del nostro convertitore*

Figura 19: *Circuito montato e fissato entro il contenitore in alluminio*

Figura 20: *Particolare della ventola utilizzata nel nostro convertitore*

Abbondate con il grasso siliconico.
Il trasformatore T1 è in ferrite ad olla o doppia E con minimo numero di spire sui primari a zero centrale e rapporto superiore sul secondario 100 V. L'altro secondario sarà realizzato con cavetto tipo capillare ricordando di isolare con nastro in carta ogni passata di filo sul rocchetto.
Cura ben maggiore andrà posta per realizzare T2 che avrà per secondario circa 60 spire di filo da 0,35 mm doppio isolamento e primario 2 spire di filo da 1 mm

smaltato. Tutto avvolto su ferrite sempre ad olla o doppia E. Il secondario alta tensione andrà avvolto ricordando di isolare con carta alto isolamento l'avvolgimento ogni 5 spire avvolte.
I cavi di uscita debbono essere per alta tensione simili a quelli per le TV a colori relativi al cinescopio. Tutto deve essere ben isolato e chiuso in scatola metallica a prova di umidità.
Il circuito è racchiuso in una scatola in alluminio di un vecchio inverter completo di ventola; le connessioni a 12 V sono assicurate con morsetti da circuito stampato per alte correnti mentre l'alta tensione per la lampada utilizza due pin a pressione ben isolati.
Tutto il circuito dovrà essere ben protetto dall'umidità e irrorato di spray antiarco.

La prova di funzionamento potrete farla connettendo la lampada al circuito che dovrà accendersi subito dopo aver dato tensione.
Il collegamento del circuito all'impianto dell'auto impone qualche modifica al circuito originale dell'auto. Il circuito originale è visibile in figura 22 mentre quello

Figura 21: *Il nostro prototipo di convertitore HID montato e inscatolato*

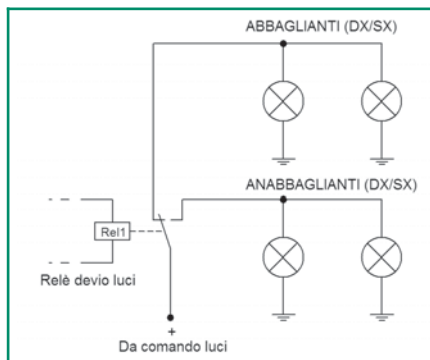



Figura 22: *Circuito luci originale*

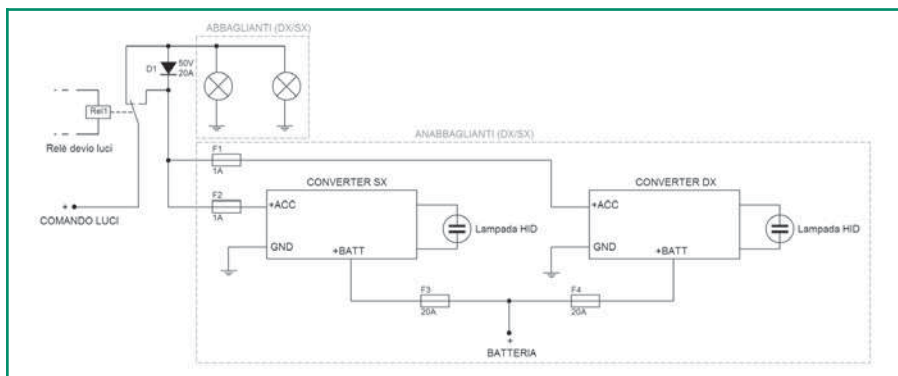



Figura 23: *Circuito luci modificato per lampade HID*

Figura 24: *Conversione casalinga di una lampada alogena in HQI 70W*

Figura 25: *Lampada HQI 70W non ancora montata*

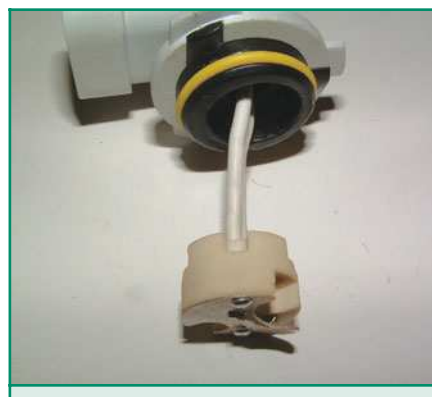



Figura 26: *Particolare dello zoccolo per alogena auto modificato*

modificato che comporta l'uso di un diodo (D1 - minimo 50V/20A) e un relè, è visibile in figura 23.

Ricordo a tutti che il progetto ha veste sperimentale in quanto gli apparecchi utilizzati non sono omologabili per cui l'utilizzo su strada non è consentito.

Per chi fosse interessato e volesse fare come il sottoscritto è possibile utilizzare per la modifica le più comuni lampade HQI da 35 W per uso discoteca o illuminotecnico civile, con conseguente abbattimento del costo della lampada. Potrete modificare lo zoccolo della ex alogena da auto e fissargli sopra uno zoccolo ceramico per lampada a scarica quindi bloccare tutto con araldite termoresistente.

Queste lampade sono molto meno costose, fanno una gran luce ma tendono a non riaccendersi bene se calde, ovvero sono necessari circa 20 secondi per la riaccensione.

Figura 27: *Alogena auto originale non ancora modificata*

Ho in uso questo tipo di lampade su di un fuoristrada tipo quad e, anche se maltrattate, hanno sopportato ogni tortura. Per la modifica riferitevi alle figure 24÷28.

Buon divertimento.

Figura 28: *Conversione alogena in HQI terminata*

VITAMINA C
ottava parte

di Sergio Tanzilli
s.tanzilli@farelettronica.com

Riprendiamo questo mese ad occuparci di teoria prendendo in esame le varie caratteristiche di base del linguaggio C. Per chi non avesse letto le parti precedenti ricordiamo che per effettuare le prove di compilazione abbiamo usato l'ambiente di sviluppo C/C++ BloodShed Dev C++ scaricabile gratuitamente dal sito http://www.bloodshed.net.

GLI OPERATORI

Gli operatori consentono di effettuare operazioni matematiche o logiche su una o più variabili.
La sintassi per descrivere una espressione matematica è in molti casi assai simile a quella che abbiamo appreso alle scuole elementari, ad esempio:

```
a = b + c;
```

per sommare due variabili, oppure

```
a = b - c;
```

per sottrarle.
In alcuni casi, invece, la sintassi si differenzia nettamente da quella classica e consente di esprimere concetti specifici nella programmazione come ad esempio:

```
a = &b;
```

dove *&b* indica il puntatore alla locazione di memoria dove è memorizzata la variabile *b*.

L'operatore di assegnazione (=)
L'operatore di assegnazione =, comunemente detto "uguale", consente di assegnare alla variabile indicata alla sua sinistra il risultato dell'espressione riportata alla sua destra. Ad esempio:

```
a = 1;
```

assegna alla variabile a il valore 1,

```
a = 10 + 23;
```

assegna alla variabile a il valore risultante dalla somma 10 + 23 = 33,

```
a = c + b;
```

assegna ad a il valore risultante dalla somma tra le variabili *c e b*,

```
a = a + 1;
```

incrementa di uno il valore contenuto in *a*.

Operatore di comparazione (==)
L'operatore di comparazione == (doppio uguale) valuta il risultato dell'espressione alla sua sinistra con quello dell'espressione alla sua destra e ritorna una condizione di vero in caso di uguaglianza. Chi conosce già altri linguaggi di programmazione, trova spesso complesso comprendere la differenza tra questo operatore e l'operatore di assegnazione = (singolo uguale), per questo vediamo qualche esempio che ne evidenzi le differenze:

```
main () {
  int a;

  a=1;

  if (a==1) {
    printf("a vale 1\n");
    } else {
    printf("a non vale
1\n");
    }
}
```

In questo esempio assegniamo alla variabile a il valore 1 con l'espressione a=1 e quindi ne verifichiamo il contenuto all'interno della *if* con l'espressione a==1.
Dato che a è uguale a 1, allora la condizione all'interno della *if* sarà soddisfatta ed il programma eseguirà l'istruzione:

```
printf("a vale 1\n");
```

Se proviamo a cambiare il valore iniziale di *a* da *a=1* ad *a=0*:

```
main () {
  int a;

  a=0;

  if (a==1) {
    printf("a vale 1\n");
    } else {
    printf("a non vale
1\n");
    }
}
```

la condizione all'interno della *if* non sarà soddisfatta, per cui verrà eseguita solo l'istruzione dopo la else, cioè

```
printf("a non vale 1\n");
```

Proviamo ora vedere cosa succede sostituendo, all'interno della *if*, *a==1* con *a=1*:

```
main () {
  int a;

  a=0;

  if (a=1) {
     printf("a vale 1\n");
     } else {
     printf("a non vale
1\n");
     }
}
```

L'istruzione che verrà eseguita è:

```
printf("a vale 1\n");
```

indipendentemente dal valore iniziale che assegniamo ad *a*.
Questo è dovuto al fatto che l'operatore di assegnazione *a=1* che abbiamo inserito come condizione all'interno della *if* non controlla il contenuto ma **assegna** un contenuto. Il valore che ritorna alla *if* coincide quindi con il valore assegnato alla variabile *a* ovvero 0 se scriviamo *a=0* e 1 se scriviamo *a=1*.
Il C, come vedremo di seguito, interpreta ogni valore diverso da zero come una condizione logica vera e lo zero come condizione logica falsa.
Scrivere if (a=1) equivale a scrivere if(1) ovvero una condizione if sempre vera.

Operatori matematici (+ - * /)
Gli operatori matematici consentono di scrivere espressioni del tipo:

```
b + c;
```

per sommare due valori,

```
b - c;
```

per sottrarli,

```
b * c;
```

per moltiplicarli,

```
b / c;
```

per dividerli.

Il risultato di una espressione matematica è fortemente condizionato dai tipi di variabili utilizzate.
Se ad esempio dividiamo il valore di una variabile intera e lo memorizziamo in un'altra variabile intera, quello che otteniamo è un valore intero. Vediamo un esempio:

```
main () {
 int a = 10;
 int b;

 b = a / 4;

 printf("%d\n",b);
}
```

Il risultato visualizzato a video è 2 mentre il risultato vero sarebbe dovuto essere 2,5. Per ottenere un risultato corretto dobbiamo definire sia a che *b* come variabili in virgola mobile (floating point).

```
main () {
 float a = 10;
 float b;

 b = a / 4;

 printf("%f\n",b);
}
```

Operatori composti
In alcuni casi è possibile combinare tra loro diversi operatori per ottenere una forma abbreviata di alcune espressioni. Ad esempio:

```
a = a + b;
```

si può scrivere nella forma equivalente:

```
a += b;
```

La stessa forma abbreviata si può adottare per la sottrazione, la moltiplicazione e la divisione. Se l'incremento è limitato ad una sola unità si può scrivere:

```
a++;
```

che equivale all'espressione:

```
a = a + 1;
```

Per decrementare un valore di una unità si può scrivere:

```
a--;
```

Un significato particolare ha la disposizione degli operatori rispetto al nome della variabile.
Se si scrive a++ l'incremento viene effettuato dopo aver calcolato il valore dell'intera espressione.
Se si scrive ++a l'incremento viene effettuato prima di aver calcolato il valore dell'intera espressione.
Ad esempio:

```
main () {
 int a;

 a=1;
 printf("%d\n",a++);
}
```

Visualizza a video:

Passo 1: a=1
Passo 2: a=2

Mentre:

```
main () {
 int a;

 a=1;
 printf("Passo 1:
   a=%d\n",++a);
 printf("Passo 2:
   a=%d\n",++a);
}
```

genera il seguente risultato:

Passo 1: a=2
Passo 2: a=3

Nel primo caso a viene incrementato dopo aver visualizzato il contenuto.
Nel secondo caso a viene incrementato prima di visualizzare il contenuto.
Contrariamente a quanto si potrebbe pensare, queste forme abbreviate sono utilissime per aumentare la leggibilità del codice. Ad esempio:

```
main () {
 int a;

 a=1;
```

```
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
  a = a + 1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
  a = a + 1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
  a = a + 1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
  a = a + 1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
  a = a + 1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
  a = a + 1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
  a = a + 1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
  a = a + 1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
  a = a + 1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a);
}
```

Visualizza la tabellina del 2 a video.

2 * 1 = 2
2 * 2 = 4
2 * 3 = 6
2 * 4 = 8
2 * 5 = 10
2 * 6 = 12
2 * 7 = 14
2 * 8 = 16
2 * 9 = 18
2 * 10 = 20

Utilizzando l'operatore ++ si ottiene un listato molto più chiaro:

```
main () {
  int a;

  a=1;
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
  printf ("2 * %d =
    %d\n",a,2*a++);
}
```

Usando il ciclo *for* possiamo migliorare ulteriormente la leggibilità del programma:

```
main () {
  int a;

  for (a=1;a<=10;a++) {
    printf ("2 * %d =
      %d\n",a,2*a);
  }
}
```

OPERATORI LOGICI

Gli operatori logici consentono di effettuare comparazione logiche di tipo *AND*, *OR* o *NOT* tra variabili. Il risultato di questi tre operatori può assumere solo due valori:

- **Vero**, rappresentato dal numero 1.
- **Falso**, rappresentato dal numero 0.

L'operatore AND (&&)

AND, dall'inglese "E", è un operatore che verifica due condizioni logiche, se entrambe sono vere il risultato è vero. Se solo una delle due è falsa, il risultato è falso. Per determinare quale sarà il risultato di una operazione AND basta leggere ad alta voce l'espressione. Ad esempio:

```
if (a && b)
```

si legge: "se la condizione a è vera **E** la condizione b è vera allora il risultato è vero". In C si traduce in:

```
main () {
  int a=1;
  int b=1;

  if (a&&b) {
    printf("Risultato
      vero\n");
  } else {
    printf("Risultato
      falso\n");
  }
}
```

dove l'operatore AND è rappresentato dai due caratteri **&**.

L'operatore OR (ll)

L'OR, dall'inglese "O" o "OPPURE", è un operatore che verifica due condizioni logiche. Se solo una è vera il risultato è vero. Se entrambe sono false il risultato è falso.
Per determinare quale sarà il risultato di una operazione OR basta leggere ad ad alta l'espressione. Ad esempio:

```
if (a||b)
```

si legge: "se la condizione a è vera **OPPURE** la condizione b è vera allora il risultato è vero". In C si traduce in:

```
main () {
  int a=1;
  int b=0;

  if (a||b) {
    printf("Risultato
      vero\n");
  } else {
    printf("Risultato
      falso\n");
  }
}
```

dove l'operatore OR è rappresentato dai due caratteri l.

L'operatore NOT (!)
Il NOT, dall'inglese "NON", è un operatore inverte il valore di una condizione logica. Se si applica il NOT ad un valore vero diventa falso e viceversa. Vediamo un esempio:

```
 main () {
   int a=1;
   if (a) {
     printf("a = vero\n");
   } else {
     printf("a =
falso\n");
   }
   if (!a) {
     printf("!a =
vero\n");
   } else {
     printf("!a =
falso\n");
   }
 }
```

GLI OPERATORI SUI BIT

Alcuni operatori del C consentono di manipolare direttamente i bit con cui vengono rappresentate le variabili in memoria.
Per capire come questi operatori agiscono dobbiamo dare una breve occhiata a come vengono effettivamente memorizzate le variabili all'interno della memoria del computer.
Quando definiamo una variabile intera, il C riserva uno spazio di memoria pari al numero di bit di dati che la CPU riesce a gestire con una singola istruzione. Nei comuni PC questa lunghezza equivale a 32 bit, mentre su molti microcontrollori utilizzati per applicazioni embedded equivale a 16 bit.
Per conoscere la lunghezza in byte utilizzata per memorizzare una variabile è possibile usare la funzione:

```
sizeof(int);
```

Ad esempio:

```
main () {
 printf("Numero di byte:
   %d\n",sizeof(int));
}
```

Se eseguita su un PC genera il seguente risultato:

Numero di byte: 4

Il valore rappresentabile da una word da 32 bit (4 byte) va da -2.147.483.648 a +2.147.483.647.
In notazione binaria questi due valori estremi si rappresentano con queste sequenze di bit:

10000000 00000000 00000000 00000000 = -2.147.483.648
01111111 11111111 11111111 11111111 = +2.147.483.647

Il bit più a sinistra, detto **MSB** (Most Significative Bit. Bit più significativo), viene utilizzato per memorizzare il segno del valore (0=positivo, 1=negativo) i restanti 31 bit indicano il valore intero.

Gli operatori di shift (<< >>)

Gli operatori di shift consentono di spostare tutti i bit che rappresentano un valore in memoria a destra (>>) o a sinistra (<<). Vediamo un esempio pratico:

```
main () {
 int a;

 a=2;
 printf("a=%d\n",a);

 a = a>>1;
 printf("a=%d\n",a);
}
```

Se eseguiamo questo programma il risultato che otteniamo è il seguente:

a=2
a=1

Un pratica l'operazione *a = a >> 1* memorizza in a il suo stesso valore ma con i bit spostati a destra di un posto. Quindi dal valore iniziale:
00000000 00000000 00000000 00000010 = 2 decimale
a passa al valore
00000000 00000000 00000000 00000001 = 1 decimale

Anche per gli operatori di *shift* è possibile adottare la forma contratta:

```
main () {
 int a;

 a=2;
 printf("a=%d\n",a);

 a >>= 1;
 printf("a=%d\n",a);
}
```

Gli operatori sui bit AND (&) e OR (|)

Gli operatori sui bit AND e OR funzionano per certi versi come gli operatori logici visti in precedenza, operando però, sul valore di ogni singolo bit che compone una variabile invece che sul suo valore globale. Vediamo un esempio:

```
main () {
 int a,b,c;

 a=1;
 b=0;
 c = a & b;

 printf("c=%d\n",c);
}
```

Questo programma visualizza:

c=0;

L'operazione che compie è un AND tra i bit presenti nella variabile a ed i bit presenti nella variabile *b*:
a = 00000000 00000000 00000000 00000001
b = 00000000 00000000 00000000 00000000
c = 00000000 00000000 00000000 00000000
Il risultato riportato in c è l'and logico tra ogni bit della variabile a ed il corrispondente bit della variabile *b*. Se uno dei due bit vale 0 anche il bit corrispondente nella variabile *c* varrà zero. La variabile b rappresenta in pratica una "maschera di bit" ovvero una variabile in grado di far passare nella variabile c solo il valore dei bit in a la cui posizione coincide agli 1 presenti nella variabile *b*.
In questo caso essendo tutti i bit di *b* a zero nessun bit a uno di a passa in *c*. Ad esempio se scriviamo in *a* il valore:
a = 01010101 01010101 01010101 01010101
ed in *b* il valore
b = 11111111 00000000 11111111 00000000
effettuando l'AND tra *a* e *b* otterremo
c = 01010101 00000000 01010101 00000000
ovvero solo i bit che non sono mascherati da bit a zero nella variabile b riescono a passare indenni nella variabile c.
L'operatore OR viene invece spesso utilizzato per forzare a 1 alcuni dei bit contenuti in una variabile. Vediamo come:

```
main () {
 int a,b,c;

 a=0x01;
 b=0xF0;
 c = a | b;

 printf("c=%x\n",c);
}
```

In questo caso abbiamo usato la notazione esadecimale (HEX) per mettere in evidenza l'operazione compiuta dall'OR tra bit.
Il valore 0x00 corrisponde al valore binario:
a = 00000000 00000000 00000000 00000001
mentre 0xF0 corrisponde a
b = 00000000 00000000 00000000 11110000

Effettuando l'operazione:
`c = a | b`
se uno qualsiasi dei bit in *a* o in *b* vale 1 il bit corrispondente in *c* varrà 1. Quindi il risultato sarà:
c = 00000000 00000000 00000000 11110001
ovvero, 0xF1. In pratica, quello che otteniamo è una funzione degli 1 presenti in a con gli 1 presenti in *b*.

CONCLUSIONI

Proseguiremo il mese prossimo con la teoria sul linguaggio C analizzando approfonditamente come funzionano le stringhe, gli array, le strutture e le union.

PRATICAMENTE... REGOLATORI DI TENSIONE INTEGRATI (ALIMENTATORE "MILLEUSI")

di Maurizio Del Corso
m.delcorso@farelettronica.com

In questo numero approfondiremo lo studio dei regolatori di tensione integrati della serie 78xx e gli LM317. Come applicazione pratica realizzeremo un alimentatore variabile da 1.5V fino a 20V con corrente massima di 1A che diverrà uno strumento indispensabile per il nostro laboratorio.

ANALISI E SPECIFICHE DEL PROBLEMA

Il circuito da progettare è un alimentatore stabilizzato con uscita variabile da 1.5V fino a circa 20V, che sia in grado di erogare una corrente massima di 1A. Il circuito dovrà consentire la regolazione della tensione di uscita in modo continuo o in passi standard 1.5V, 3V, 4.5V, 6V, 9V, 12V.

LA SOLUZIONE OTTIMALE

La soluzione che proponiamo impiega uno stabilizzatore integrato LM317 connesso come mostrato in figura 2.

Analizziamo la funzione di ogni singolo componente.
Il trasformatore TR1 ha il compito di ridurre la tensione di rete (220Vac) al valore di 18Vac. Questa tensione viene raddrizzata dal ponte BR1 e livellata dai condensatori C1 e C2. La tensione ottenuta viene applicata all'ingresso E del regolatore LM317 e viene anche utilizzata per accendere il LED1 che indica lo stato ON dell'alimentatore. La resistenza R2 limita a circa 10mA la corrente nel LED.
Il diodo D2 garantisce la scarica dei

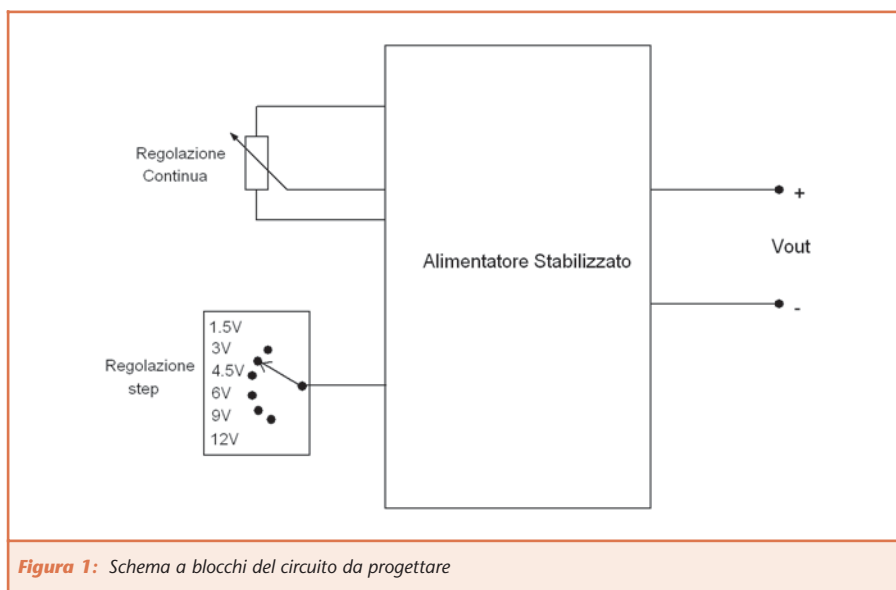



Figura 1: *Schema a blocchi del circuito da progettare*

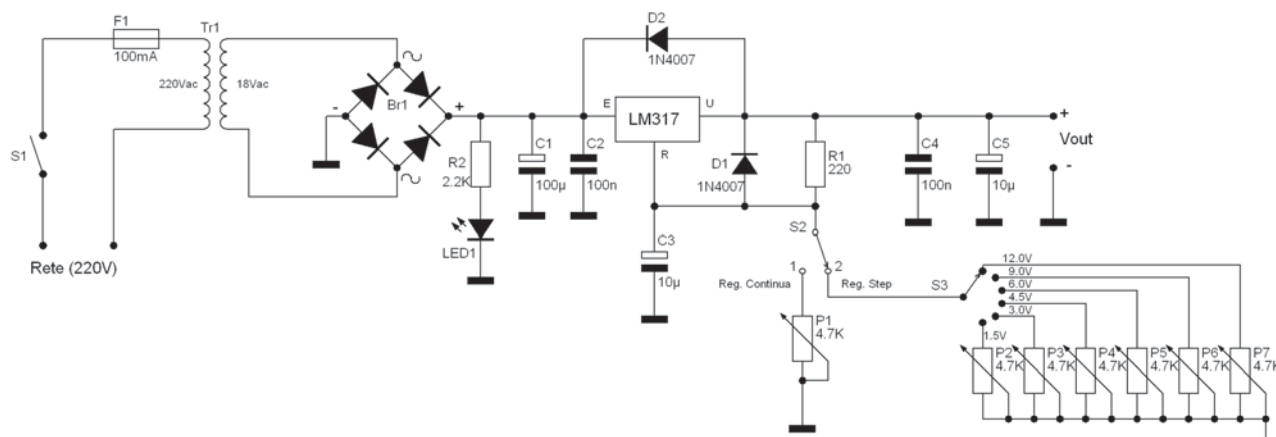



Figura 2: *Lo schema dell'alimentatore "milleusi"*

condensatori di uscita C4 e C5 allo spegnimento dell'alimentatore, mentre il diodo D1 garantisce la scarica di C3 in caso di corto-circuito sull'uscita.

Il regolatore integrato LM317 consente la stabilizzazione della tensione, mediante due sole resistenze secondo lo schema di principio riportato in figura 3.

La tensione di uscita Vout dipende esclusivamente dai valori di Ra ed Rb secondo la relazione:

Vout=1,25(1+Rb/Ra)

Il costruttore consiglia di utilizzare per Ra una resistenza da 220Ω mentre il valore di Rb viene scelto a seconda della tensione di uscita desiderata. Nel nostro caso, volendo una tensione di uscita variabile, possiamo sostituire la Rb con un potenziometro (P1, in figura 2). Con un potenziometro da 4,7KΩ si ottiene, in teoria, una tensione di uscita massima pari a circa 28V. Posizionando il commutatore S2 nella posizione 1, è dunque possibile regolare la tensione di uscita con continuità da 1,25V fino al massimo valore possibile che, per il trasformatore scelto, vale circa 22V.

Volendo variare la tensione di uscita in passi predefiniti, anziché il potenziometro si dovrà utilizzare un commutatore a 6 posizioni che permette di selezionare una resistenza

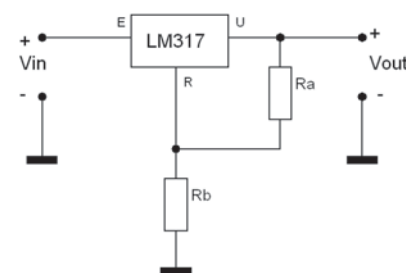



Figura 3: *Uso del regolatore integrato LM317*

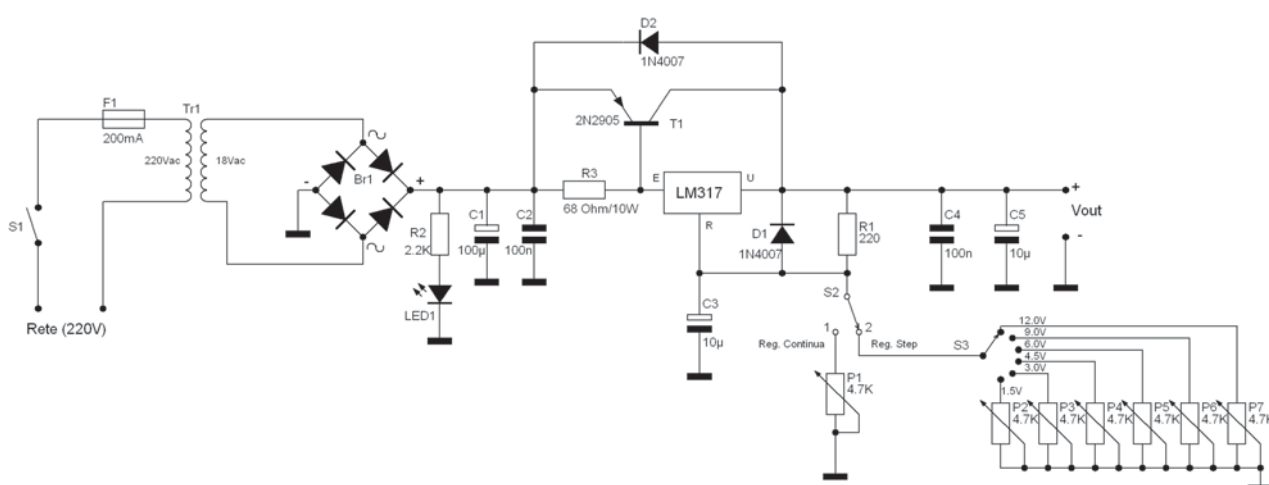



Figura 4: *L'alimentatore "milleusi" modificato per una maggiore corrente in uscita*

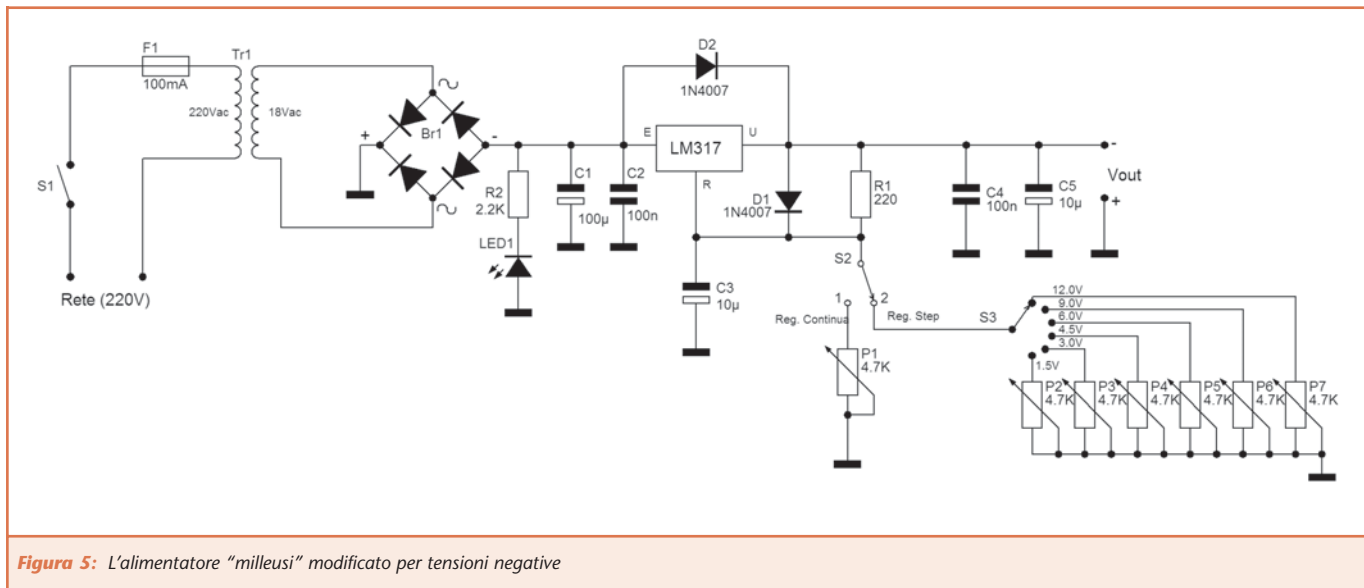



Figura 5: *L'alimentatore "milleusi" modificato per tensioni negative*

diversa a seconda della posizione. Collegando un trimmer a ciascuna posizione, sarà possibile, dopo la fase di taratura iniziale, impostare i valori di tensione di uscita a proprio piacimento. Il commutatore S2 permette di scegliere se variare la tensione di uscita con continuità (posizione 1) o in passi predefiniti (posizione 2). In ogni caso, la tensione sulla resistenza variabile inserita, viene mantenuta costante dal condensatore C3 che funziona un po' come una "zavorra" per la tensione al piedino R del regolatore.
La tensione di uscita così ottenuta viene ulteriormente filtrata dalla coppia di condensatori C4 e C5.
Benché il regolatore LM317 sia dotato di una protezione contro i corto-circuiti sull'uscita, è bene inserire un fusibile (F1) che garantisca lo spegnimento dell'alimentatore come ulteriore sicurezza. Il valore del fusibile si sceglie tenendo conto che il prodotto tensione-corrente al primario del trasformatore è costante anche al secondario, pertanto limitando 100mA sul primario si limita a circa 1,2A la corrente sul secondario.

SOLUZIONI ALTERNATIVE

Incremento della corrente di uscita

Come già visto, lo schema di figura 2 è in grado di erogare all'uscita una corrente massima di 1,2A, limite imposto dalla presenza del fusibile. Anche se non fosse presente il fusibile, la corrente di uscita non supererebbe comunque gli 1,5A in quanto questo è il valore limite per il regolatore integrato. Volendo una corrente maggiore, si deve ricorrere al circuito dei figura 4.

Come si può notare, è stato aggiunto il transistore T1 e la resistenza R3. Quando in uscita vengono richieste correnti molto basse, il transistore T1 risulta interdetto quindi è come se non ci fosse e la corrente di uscita è fornita direttamente dal LM317. Quando la corrente di uscita (quindi quella che attraversa R3) è tale da provocare su R3 una tensione di circa 0,7V, allora T1 entra in conduzione ed è lui che diviene il responsabile della corrente erogabile. Si fa notare che in questo modo si elude la protezione del LM317 contro i corto-circuiti sull'uscita che, in questo caso, provocherebbero la rottura di T1 se non intervenisse tempestivamente il fusibile F1. Si consiglia di collegare T1 ad un dissipatore per garantirne il raffreddamento in caso di alte correnti erogate.

Tensioni negative regolabili

Per generare tensioni negative regolabili si deve utilizzare lo schema di figura 5. Tale schema è molto simile a quello di figura 2 ed ha comunque lo stesso funzionamento. Si noti la polarità invertita del ponte raddrizzatore e dei vari condensatori elettrolitici. Anche i diodi sono collegati in maniera opposta in quanto tutte le correnti nello schema di figura 5 hanno verso opposto rispetto a

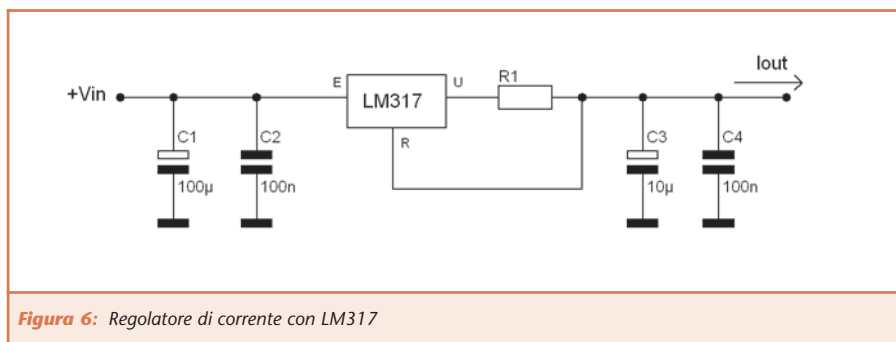



Figura 6: *Regolatore di corrente con LM317*

quello nello schema di figura 2.

Regolazione della corrente

Può presentarsi la necessità di erogare una determinata corrente indipendentemente dal carico applicato. In questo caso si può connettere l'LM317 come mostrato in figura 6. La corrente di uscita dipende solamente dalla resistenza R1 secondo la relazione:

$$Iout=1,25/R1$$

Attenzione alla scelta della resistenza R1: la corrente di uscita scorre anche attraverso R1 pertanto quest'ultima dovrà essere scelta di potenza appropriata. Ricordo che la potenza dissipata da una resistenza è data dal prodotto tra il valore della resistenza ed il quadrato della corrente che la attraversa. Facciamo un esempio: volendo una corrente di uscita Iout=500mA si dovrà scegliere R1=2,5 Ohm. La potenza dissipata da tale resistenza è quindi $R1 \cdot Iout^2=0,625$ Watt per cui si dovrà scegliere R1 di potenza superiore a 1W.

Alimentatore a tensione fissa positiva

Se si deve disporre di una tensione stabilizzata non regolabile, si possono utilizzare i regolatori integrati della serie 78xx. Il numero "xx", che segue la cifra 78, indica la tensione erogata dallo stabilizzatore.

Acquistando un 7812, avremo dunque a disposizione una tensione stabilizzata di 12V, un 7805 darà in uscita 5V stabilizzati. Lo schema applicativo è standard per la serie 78xx ed è quello di figura 7.

La funzione dei condensatori è quella di filtrare i disturbi. Normalmente sull'ingresso vengono utilizzati condensatori di capacità più elevata in quanto in ingresso la tensione non stabilizzata è sicuramente affetta da disturbi relativi alla tensione di rete, quindi a frequenza relativamente bassa (50Hz). Qualitativamente possiamo affermare che più piccola è la capacità, maggiore è la frequenza dei segnali di disturbo che viene eliminata.

I valori standard per la serie 78xx sono 5V, 6V, 8V, 9V, 12V, 15V, 18V, 20V, 24V e sono in grado di erogare fino ad 1A di corrente all'uscita.

Qualora si richiedano valori di tensione leggermente diversi da quelli standard, è possibile inserire un diodo od una serie di diodi tra il piedino M e la massa, come indicato in figura 8. Ciascun diodo alza il valore della tensione di uscita di circa 0,6V. Se si desiderano 6,2V basterà impiegare un 7805 con due diodi sul piedino M.

Figura 7: Regolatore di tensione con 78xx

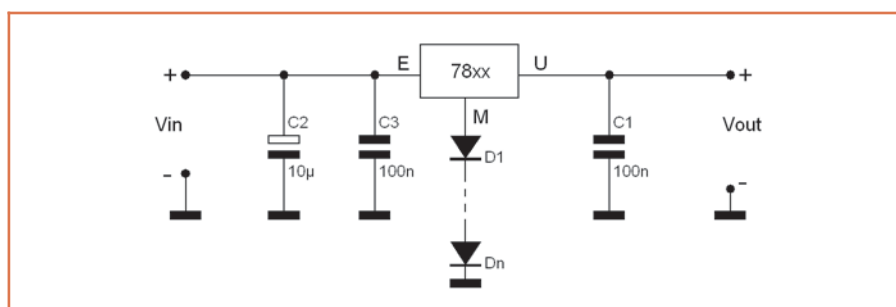



Figura 8: Modifiche per tensioni di uscita non standard: innalzamento della tensione di uscita

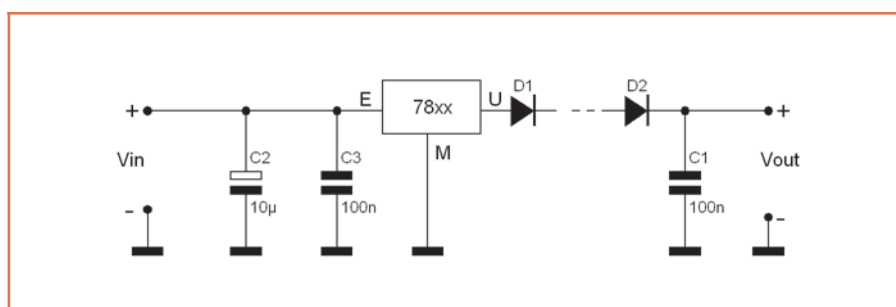



Figura 9: Modifiche per tensioni di uscita non standard: abbassamento della tensione di uscita

Se si intende diminuire la tensione rispetto al valore standard, allora i diodi andranno inseriti in serie all'uscita, come mostrato in figura 9.

Ciascun diodo diminuirà la tensione di uscita di circa 0,6V, ma questa configurazione funziona se vengono richiesti in uscita almeno una decina di mA e comunque i diodi dovranno essere idonei a sopportare tutta la corrente eventualmente richiesta dal carico.

Alimentatore a tensione fissa negativa

Analogamente a quanto visto per la

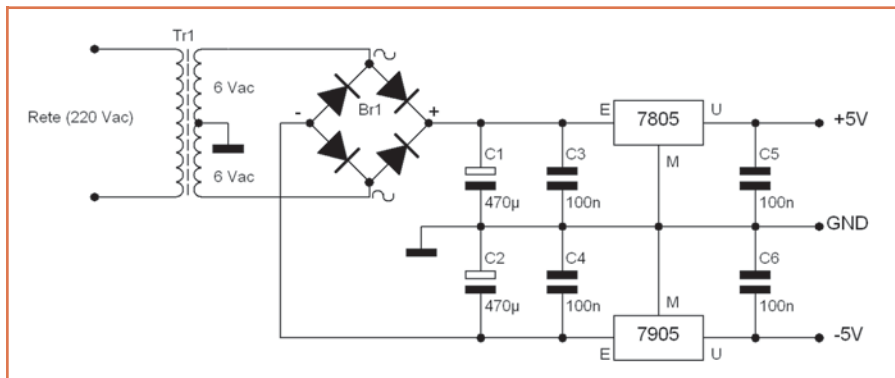



Figura 10: *Alimentatore duale ±5V/1A realizzato con regolatori integrati*

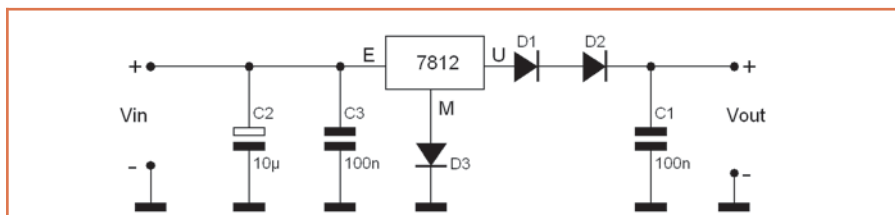



Figura 11: *Il quesito del mese*

generazione di tensioni fisse positive, è possibile utilizzare regolatori integrati della serie 79xx per ottenere tensioni stabilizzate negative rispetto al terminale di massa. Il funzionamento è identico a quello della serie 78xx ed in figura 10 è riportato uno schema completo per un alimentatore duale da ±5V/1A utilizzando un 7805 per la tensione positiva ed un 7905 per quella negativa.

Questo circuito impiega un trasformatore con presa centrale ed un secondario di 6+6Vac. Il ponte raddrizzatore dovrà essere in grado di sopportare una tensione di almeno 24V ed una corrente di 2A. Il circuito è protetto dai corto-circuiti in uscita grazie alla protezione integrata nel 7805 e 7905.

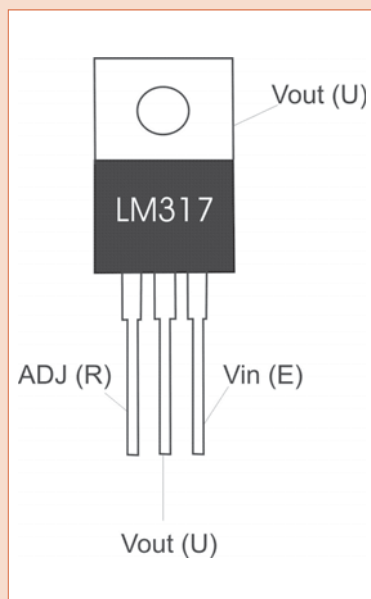
IL QUESITO DEL MESE

Consideriamo il circuito di figura 11: quanto vale la tensione di uscita? Aspetto le vostre risposte!

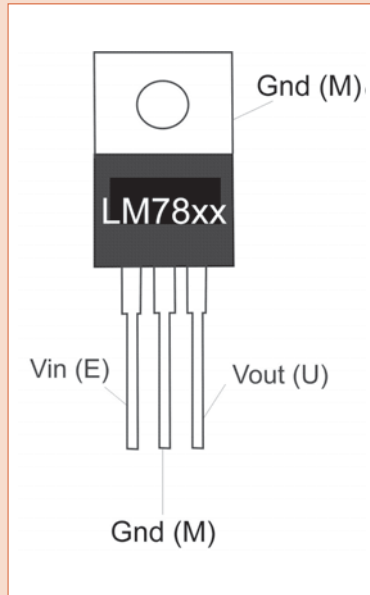
Ecco la soluzione al quesito del mese scorso: se uno dei due ingressi IN1 e IN2 (o entrambi) è a livello alto, il relativo transistore sarà in saturazione (equivalente ad un interruttore chiuso) ed il LED risulterà acceso in quanto il suo catodo si troverà collegato alla massa. Solamente nel caso in cui entrambi gli ingressi sono a livello basso, i due transistori sono interdetti ed il LED risulterà spento. Il circuito funziona quindi come una porta NOR.

NEL PROSSIMO NUMERO

Nel prossimo numero la "pillola di elettronica" sarà dedicata agli alimentatori con batteria in tampone, ovvero alimentatori in grado di funzionare per un certo periodo anche in assenza di rete elettrica.

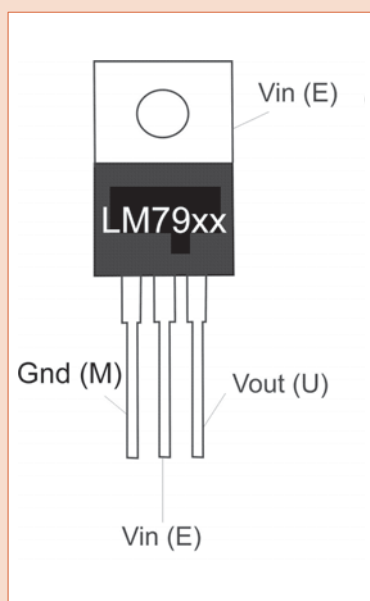
Pin-out e caratteristiche del regolatore integrato LM317

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_I-V_O = 5.0 V; I_O = 0.1 A, T_J = T_{low} to T_{high} [Note 2], unless otherwise noted.)

Characteristics	Figure	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Line Regulation (Note 3) T_A = 25°C, 3.0 V ≤ V_I-V_O ≤ 40 V	3	Reg_{line}	-	0.01	0.04	%/V
Load Regulation (Note 3) T_A = 25°C, 10 mA ≤ I_O ≤ 0.5 A V_O ≤ 5.0 V V_O ≥ 5.0 V	4	Reg_{load}	- -	5.0 0.1	25 0.5	mV % V_O
Adjustment Pin Current	5	I_{Adj}	-	50	100	µA
Adjustment Pin Current Change 2.5 V ≤ V_I-V_O ≤ 40 V, 10 mA ≤ I_L ≤ 0.5 A, P_D ≤ P_{max}	3,4	ΔI_{Adj}	-	0.2	5.0	µA
Reference Voltage 3.0 V ≤ V_I-V_O ≤ 40 V, 10 mA ≤ I_O ≤ 0.5 A, P_D ≤ P_{max}:	5	V_{ref}	1.200	1.250	1.300	V
Line Regulation (Note 3) 3.0 V ≤ V_I-V_O ≤ 40 V	3	Reg_{line}	-	0.02	0.07	%/V
Load Regulation (Note 3) 10 mA ≤ I_O ≤ 0.5 A V_O ≤ 5.0 V V_O ≥ 5.0 V	4	Reg_{load}	- -	20 0.3	70 1.5	mV % V_O
Temperature Stability (T_{low} ≤ T_J ≤ T_{high})	5	T_S	-	0.7	-	% V_O
Minimum Load Current to Maintain Regulation (V_I-V_O = 40 V)	5	I_{Lmin}	-	3.5	10	mA
Maximum Output Current V_I-V_O ≤ 15 V, P_D ≤ P_{max} V_I-V_O = 40 V, P_D ≤ P_{max}, T_A = 25°C	5	I_{max}	0.5 0.15	0.9 0.25	- -	A
RMS Noise, % of V_O T_A= 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 10 kHz	-	N	-	0.003	-	% V_O
Ripple Rejection, V_O = 10 V, f = 120 Hz (Note 4) Without C_{Adj} C_{Adj} = 10 µF	6	RR	- 66	65 80	- -	dB
Long-Term Stability, T_J = T_{high} (Note 5) T_A= 25°C for End-point Measurements	5	S	-	0.3	1.0	%/1.0 k Hrs.

Pin-out e caratteristiche del regolatore integrato LM78xx

LM340/LM78XXC Electrical Characteristics

$0^{\circ}C \leq T_J \leq +125^{\circ}C$ unless otherwise specified

Symbol	Output Voltage			5V			12V			15V			Units
	Input Voltage (unless otherwise noted)			10V			19V			23V			
	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^{\circ}C$, $5\ mA \leq I_O \leq 1A$		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		$P_D \leq 15W$, $5\ mA \leq I_O \leq 1A$		4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V
		$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$			$(7.5 \leq V_{IN} \leq 20)$			$(14.5 \leq V_{IN} \leq 27)$			$(17.5 \leq V_{IN} \leq 30)$		V
ΔV_O	Line Regulation	$I_O = 500\ mA$	$T_J = 25^{\circ}C$		3	50		4	120		4	150	mV
			ΔV_{IN}		$(7 \leq V_{IN} \leq 25)$			$(14.5 \leq V_{IN} \leq 30)$			$(17.5 \leq V_{IN} \leq 30)$		V
			$0^{\circ}C \leq T_J \leq +125^{\circ}C$			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}		$(8 \leq V_{IN} \leq 20)$			$(15 \leq V_{IN} \leq 27)$			$(18.5 \leq V_{IN} \leq 30)$		V
		$I_O \leq 1A$	$T_J = 25^{\circ}C$			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}		$(7.5 \leq V_{IN} \leq 20)$			$(14.6 \leq V_{IN} \leq 27)$			$(17.7 \leq V_{IN} \leq 30)$		V
			$0^{\circ}C \leq T_J \leq +125^{\circ}C$			25			60			75	mV
			ΔV_{IN}		$(8 \leq V_{IN} \leq 12)$			$(16 \leq V_{IN} \leq 22)$			$(20 \leq V_{IN} \leq 26)$		V
ΔV_O	Load Regulation	$T_J = 25^{\circ}C$	$5\ mA \leq I_O \leq 1.5A$		10	50		12	120		12	150	mV
			$250\ mA \leq I_O \leq 750\ mA$			25			60			75	mV
		$5\ mA \leq I_O \leq 1A$, $0^{\circ}C \leq T_J \leq +125^{\circ}C$				50			120			150	mV
V_N	Output Noise Voltage	$T_A = 25^{\circ}C$, $10\ Hz \leq f \leq 100\ kHz$			40			75			90		μV
$\frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{OUT}}$	Ripple Rejection	$f = 120\ Hz$	$I_O \leq 1A$, $T_J = 25^{\circ}C$	62	80		55	72		54	70		dB
			or $I_O \leq 500\ mA$, $0^{\circ}C \leq T_J \leq +125^{\circ}C$	62			55			54			dB
		$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$			$(8 \leq V_{IN} \leq 18)$			$(15 \leq V_{IN} \leq 25)$			$(18.5 \leq V_{IN} \leq 28.5)$		V
R_O	Dropout Voltage	$T_J = 25^{\circ}C$, $I_O = 1A$			2.0			2.0			2.0		V
	Output Resistance	$f = 1\ kHz$			8			18			19		mΩ
	Short-Circuit Current	$T_J = 25^{\circ}C$			2.1			1.5			1.2		A
	Peak Output Current	$T_J = 25^{\circ}C$			2.4			2.4			2.4		A
	Average TC of V_{OUT}	$0^{\circ}C \leq T_J \leq +125^{\circ}C$, $I_O = 5\ mA$			−0.6			−1.5			−1.8		mV/°C
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	$T_J = 25^{\circ}C$, $I_O \leq 1A$		7.5			14.6			17.7			V

Pin-out e caratteristiche del regolatore integrato LM317

Electrical Characteristics (MC7905/LM7905)

($V_I = -10V$, $I_O = 500mA$, $0^{\circ}C \leq T_J \leq +125^{\circ}C$, $C_I = 2.2\mu F$, $C_O = 1\mu F$, unless otherwise specified.)

Parameter	Symbol	Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}C$		-4.8	-5.0	-5.2	V
		$I_O = 5mA$ to $1A$, $P_O \leq 15W$, $V_I = -7V$ to $-20V$		-4.75	-5.0	-5.25	
Line Regulation (Note3)	ΔV_O	$T_J = +25^{\circ}C$	$V_I = -7V$ to $-25V$	-	35	100	mV
			$V_I = -8V$ to $-12V$	-	8	50	
Load Regulation (Note3)	ΔV_O	$T_J = +25^{\circ}C$, $I_O = 5mA$ to $1.5A$		-	10	100	mV
		$T_J = +25^{\circ}C$, $I_O = 250mA$ to $750mA$		-	3	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}C$		-	3	6	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1A$		-	0.05	0.5	mA
		$V_I = -8V$ to $-25V$		-	0.1	0.8	
Temperature Coefficient of V_D	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5mA$		-	- 0.4	-	mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = +25^{\circ}C$		-	40	-	μV
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$, $\Delta V_I = 10V$		54	60	-	dB
Dropout Voltage	V_D	$T_J = +25^{\circ}C$, $I_O = 1A$		-	2	-	V
Short Circuit Current	I_{SC}	$T_J = +25^{\circ}C$, $V_I = -35V$		-	300	-	mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}C$		-	2.2	-	A

Note

3. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Le fiere e mostre mercato di Maggio

2004

30 Aprile / 1-2 Maggio 2004
39ª RADIOAMATORE / HI-FI

Una fiera che riunisce le ultime invenzioni nel campo della radiantistica, dell'elettronica e dell'informatica e dell'hi-fi, una vetrina per conoscere i progressi della tecnica e aggiornarsi sui nuovi sistemi di radiodiffusione, le ultime frontiere del car-audio, dell'audio/video e dell'emergente settore del car-theater.

Luogo: Viale Treviso, 1 – PORDENONE
Orari: dalle 9.00 alle 18.30
Organizzatore: Ente Autonomo Fiera Di Pordenone (www.fierapordenone.it – Tel 043.4232111)
Ingresso: € 7,50

8-9 Maggio 2004
GRANDE FIERA DELL'ELETTRONICA - XX EDIZIONE

Quello di Forlì è uno degli appuntamenti "classici" per gli appassionati di mostre mercato, una "full immersion" nel mondo dell'elettronica che attira specialisti e curiosi che vogliano entrare nell'Era Digitale senza spendere una follia. Il tema generale che accomuna i principali "sottoinsiemi" della fiera è quello della comunicazione: trasmissione, ricezione, archiviazione e protezione dei dati. A Forlì troverete computer, programmi, periferiche, accessori, telefonia fissa e mobile, sistemi di sicurezza, strumenti di misurazione, smart card, decoder, antenne e parabole, schede, apparecchiature per radioamatori, CB, ma anche radio d'epoca, antesignane dei moderni mezzi di comunicazione, pezzi rari, valvole e ricambi. Tra i banchi della grande fiera dell'elettronica si trovano poi tantissimi prodotti elettro-elettronici: attrezzi per il bricolage, piccoli elettrodomestici, lampadine a basso consumo, pile ricaricabili e tanti altri oggetti utili o futili, ma sicuramente venduti a prezzi concorrenziali rispetto ai normali canali distributivi.

Luogo: Fiera di Forlì, Via Punto di Ferro - FORLÌ
Orari: dalle 9.00 alle 18.00
Organizzatore: Blu Nautilus (www.blunautilus.it – Tel 0541.439573)
Ingresso: € 7,00 (il biglietto è valido anche per il Flight Simulator Show)

ALCUNE DELLE DATE INDICATE POTREBBERO SUBIRE VARIAZIONI

8-9 Maggio 2004
FLIGHT SIMULATOR SHOW - CONTEST FABIO FANELLI

Nell'ambito della Grande Fiera dell'Elettronica si svolge il Flight Simulator Show, evento organizzato dal Flight Simulator Club Romagna e che presenta una panoramica completa sulla realtà del volo simulato in Italia: produttori hardware e software, librerie specializzate, scuole di volo, compagnie aeree ma anche Associazioni, Club e Compagnie aeree virtuali. Una passione che unisce migliaia di giovani e adulti che non possono conseguire un brevetto per il volo reale: condizioni di salute, costi eccessivi, paura, sono i motivi ricorrenti. La simulazione diviene così una valida alternativa in grado di trasmettere emozioni fortissime ma senza alcun pericolo. Nell'ambito del Flight Simulator Show si svolge il VI° Contest Trofeo Fabio Fanelli, organizzato dall'Associazione PVI - Piloti Virtuali Italiani. Il Contest comprende sia il volo civile, una gara di regolarità e abilità al pilotaggio, sia quello militare, con acrobazie e combattimenti, il tutto reso spettacolare grazie ad una proiezione su maxi schermo e al commento in diretta delle varie fasi di gara.

Luogo: Fiera di Forlì, Via Punto di Ferro - FORLÌ
Orari: dalle 9.00 alle 18.00
Organizzatore: Blu Nautilus
(www.blunautilus.it – Tel 0541.439573)
Ingresso: € 7,00 (il biglietto è valido anche per la Grande Fiera dell'Elettronica)

15-16 Maggio 2004
11° MARC DI PRIMAVERA

Mostramercato attrezzature radioamatoriali e componentistica, hardware, software, ricezione satellitare, editoria specializzata, radio d'epoca.

Luogo: Fiera di Genova
Orari: dalle 9:00 alle 18:30
Organizzatore: Studio Fulcro
(www.studio-fulcro.it – Tel 010.561111)
Ingresso: n.p.

22-23 Maggio 2004
30° MERCATINO DEL RADIOAMATORE

Luogo: Zona Industriale - MONOPOLI (BA)
Orari: dalle 9.00 alle 13.00 e dalle 15.30 alle 20.00
Organizzatore: A.R.I. Castellana Grotte
(Tel 080.748931)
Ingresso: n.p.

29-30 Maggio 2004
XXXIV MOSTRA MERCATO NAZIONALE DEL RADIOAMATORE, DELL'ELETTRONICA E DELL'INFORMATICA

Luogo: Comunità Incontro Molino Silla – Amelia (TR)
Orari: dalle 9.00 alle 19.00
Organizzatore: A.R.I. Sezione di Terni
(Tel 0744.422698 - 338.5412440)
Ingresso: n.p.

ITIS "ENRICO MATTEI" ISERNIA

A cura del Coordinamento Area di Progetto

Le origini dell'ITIS "Enrico Mattei" risalgono al 1970. L'Istituto, che è stato autonomo dal 1977 al 1999, attualmente appartiene al Distretto Scolastico n° 3 e costituisce insieme al Liceo Classico, l'Istituto d'Istruzione Superiore Unificato "O. Fascitelli". La sede della scuola si trova ad Isernia, in Contrada Nunziatella, una zona in forte espansione urbanistica, prospiciente alla piscina e allo stadio comunale. Il complesso scolastico si sviluppa su una superficie di circa 10000 mq dei quali più della metà risultano coperti da edifici destinati ad attività formative.

Le risorse a disposizione degli allievi dell'Istituto sono notevoli: diversi laboratori, aule multimediali, Aula Magna, palestra, teatro all'aperto, campo da calcetto, biblioteca.

Le risorse più importanti, però, sono indubbiamente quelle legate alla professionalità di tutto il personale della scuola e al suo spirito di collaborazione al comune intento formativo.

Nell'erogazione e nell'ottimizzazione del servizio educativo e formativo è coinvolto tutto il personale dell'Istituto, che si compone di: docenti, insegnanti tecnico-pratici, assistenti tecnici, personale amministrativo ed ausiliario.

L'Istituto opera nell'ambito definito dal dettato Costituzionale, proseguendo i compiti formativi ed educativi, attribuiti alla scuola dalle normative vigenti e dalle più recenti direttive ministeriali, che, pur in assenza di una organica riforma della secondaria superiore, hanno ridefinito i nuovi programmi dell'istruzione tecnica industriale.

L'istituto inoltre, recepisce e rielabora le richieste degli studenti e delle loro famiglie, unitamente a quelle di un mondo del lavoro con l'obiettivo di fornire ai suoi diplomati, insieme ad una buona preparazione di base, capacità di adattamento, flessibilità e attitudine al lavoro di equipe.

INTERVISTA AL DIRIGENTE SCOLASTICO, PROF. MARIANO BONTEMPO

Quali sono gli indirizzi di studio?

Abbiamo tre specializzazioni: Elet-trotecnica ed Automazione, Elettronica e Telecomunicazioni ed Informatica Industriale.

Riesce ad organizzare il suo lavoro in modo efficiente per entrambe le scuole con orientamento così diversi?

Ho collaboratori responsabili e professionali. Devo a loro la mia sopravvivenza… Sull'efficienza devono essere gli studenti a dare un giudizio che, spero, sia positivo.

Quali sono le prospettive occupazionali che l'istituto Tecnico Industriale offre ai suoi allievi?

La preparazione dei diplomati è spendibile sia per ulteriori approfondimenti universitari, che per intraprendere attività professionali subordinate od autonome: il titolo rilasciato dalla nostra scuola, dopo il tirocinio e l'esame di

stato, permette infatti l'iscrizione ad un albo professionale e quindi di esercitare la libera professione.

I programmi di studio sono attuali?
La scuola nel suo complesso e molti dei nostri insegnanti collaborano con il mondo industriale o svolgono attività di libera professione: ciò comporta un continuo aggiornamento per quanto attiene alle conoscenze, alle discipline e alle nuove tecnologie. Inoltre i contatti con le imprese e gli Enti Locali, sono costanti e proficui: i ragazzi nelle classi terminali dei corsi di studio svolgono periodi di stage; ciò permette di ridurre lo scollamento che di solito esiste tra sistema scolastico e mondo del lavoro.

ALCUNI DATI SULL 'ISTITUTO

Parcheggio interno per auto e motocicli, Biblioteca rinnovata, Palestra attrezzata, Aula magna con palcoscenico, 16 laboratori di cui 4 di informatica, 532 alunni, 26 classi, 88 Docenti, 1 Dirigente Scolastico, 1 Direttore Servizi Amministrativi, 10 Assistenti Tecnici, 6 Assistenti Amministrativi, 9 Collaboratori Scolastici.

PROGETTUALITÀ E CORSI DI FORMAZIONE DELL 'ISTITUTO

Progetti di Alfabetizzazione e di Formazione Lavoro, destinati a ragazzi in obbligo formativo, disoccupati; l'obiettivo di questi interventi è l'acquisizione di competenze tecnico professionali nell'ottica di prevenzione della disoccupazione e di inserimento lavorativo attraverso la riconversione.

Progetti IFTS - Istruzione Tecnico Scientifica Superiore

Progetti POST-DIPLOMA, destinati ad utenza diplomata. L'obiettivo principale di questi interventi è la formazione di tecnici con elevata specializzazione particolarmente richiesta dal mercato del lavoro

Test Center per il conseguimento della Patente Europea del Computer (E.C.D.L).

L'Istituto è inoltre accreditato presso la Regione Molise come agenzia formativa per lo svolgimento di corsi di formazione e post diploma in sinergia con gli Enti Locali.

Attività sportive: preparazione e partecipazione a manifestazioni provinciali, regionali, nazionali.

IL PROGETTO: TELECONTROLLO DI TEMPERATURA VIA RADIO

dei Proff. Franco Tedeschi, Nicola De Crescenzo e gli alunni della Vª D

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito dell'Area di Progetto della classe Vª D nell'anno scolastico 2002-2003. Gli obiettivi didattici del progetto sono stati quelli di integrare ed applicare le conoscenze acquisite sui metodi di progettazione, sulle tecnologie e i dispositivi elettronici, con particolare riferimento ai temi legati all'acquisizione dati, ai sistemi di trasmissione e di controllo, che costituiscono la parte fondamentale del corso di studi del quinto anno per l'indirizzo in Elettronica e Telecomunicazioni.

Questo progetto ha consentito infatti di utilizzare molti dei dispositivi studiati nel corso del V° anno e ha permesso di affrontare molte problematiche legate all'utilizzo di questi componenti: dalla ricerca dei prodotti disponibili in commercio, alla progettazione, per finire con l'assemblaggio ed il collaudo.
Ovviamente, trattandosi di una applicazione didattica va sottolineato che le scelte operate, sono state guidate da criteri di valenza educativa più che di efficienza tecnico-economica.

OBIETTIVI

Questo progetto consiste nella realizzazione di un "Radiotermostato", ovvero di un sistema capace di rilevare e controllare la temperatura di un ambiente in cui è posta una sonda termometrica, collegata via radio ad una stazione remota.
La stazione trasmittente è dotata di un sistema di rilevamento, elaborazione e visualizzazione digitale che permette la lettura del valore della temperatura; è inoltre dotata di un comando di regolazione per l'impostazione della condizione termica desiderata.
La stazione ricevente, tramite un opportuno segnale radio prodotto dalla stazione di rilevamento e controllo è in grado di pilotare in modo on-off un attuatore (per esempio una caldaia o un qualsiasi altro dispositivo remoto).

SPECIFICHE TECNICHE DEL SISTEMA

Range della temperatura posta sotto controllo: 0 C° ÷ 50 C°.
Precisione: ± 1 C°, con visualizzazione digitale.
Comando per il controllo della temperatura: potenziometro provvisto di scala graduata in C°.
Collegamento radio tra stazione remota e fissa con portante a 433 Mhz.

FASI DI SVILUPPO DEL PROGETTO

1. Definizione delle specifiche tecniche ed operative del sistema.
2. Individuazione delle grandezze di ingresso e di uscita e delle relazioni che intercorrono tra di esse.
3. Reperimento della documentazione tecnica e normativa necessaria per scegliere la configurazione circuitale più adatta.
4. Scelta tecnico-economica (e didattica) dei dispositivi più idonei e progettazione dei circuiti.
5. Realizzazione dei disegni per la fase di ingegnerizzazione: schede layout, master per i circuiti stampati.
6. Assemblaggio dei componenti sui circuiti stampati.
7. Collaudo del sistema.

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE DI TRASMISSIONE

In figura 1 viene riportato lo schema a blocchi della stazione di rilevamento e trasmissione. Il sottosistema di acquisizione del segnale, tramite un trasduttore di temperatura rileva la grandezza in esame convertendola in un segnale elettrico.
Il blocco di elaborazione condiziona analogicamente la grandezza fornita dal trasduttore, amplificandola, traslandola e filtrando eventuali disturbi; successivamente la tensione ottenuta viene acquisita

dal sistema di conversione A/D e dal sistema di controllo. Il primo modulo tramite apposite elaborazioni trasforma il segnale acquisito in un valore di temperatura digitale a due cifre. Il sistema di controllo, tramite un anello di controreazione, provvede alla regolazione on-off della temperatura, interagendo con un modulo ibrido a radiofrequenza che invia un opportuno segnale alla postazione remota. L'alimentazione viene ottenuta a partire dalla tensione alternata di rete tramite un apposito circuito.

Figura 1: *Schema a blocchi della stazione di trasmissione*

PROGETTO E DESCRIZIONE DEI SOTTOSISTEMI DELLA STAZIONE MOBILE

Acquisizione del segnale

L'acquisizione della temperatura avviene tramite un trasduttore integrato, che sfrutta la variazione delle proprietà elettriche di una giunzione al silicio, fornendo in uscita una variazione di tensione pressoché proporzionale alla temperatura dell'ambiente.

Tra i diversi componenti che rispondevano alle specifiche del progetto, è stato scelto l'integrato LM335 della National Semiconductor, che è in grado di rilevare temperature da –40 C° a +100 C° e lavora con correnti comprese tra 0,4 e 5 mA.

Il dispositivo ha una caratteristica di trasferimento del tipo:

$V = 2.73 + K_t \cdot T$

dove T è la temperatura in gradi Kelvin e $K_t = 10 \cdot 10^{-3}$ mV/K°.

La tensione ottenuta ai capi del trasduttore è quindi legata alla temperatura secondo una legge lineare.

Elaborazione del segnale

Dato che la tensione fornita dal trasduttore nel campo di temperature 0÷50 C° può variare da 2.73 a 3.23 V, è necessario condizionare il segnale perché l'escursione massi-

Figura 2: *Schema del circuito generatore di offset*

Figura 3: *Schema blocco convertitore A/D e visualizzazione*

ma di tensione coincida con il campo di misura del convertitore A/D (nel nostro caso 0-5V).
La tensione ottenuta deve quindi essere opportunamente amplificata e traslata, nonché filtrata per eliminare eventuali componenti spurie ad alta frequenze.
La dinamica del segnale fornito dal trasduttore è 3.23-2.73 = 0.5 V, mentre quella da ottenere per l'ADC è di 5V, quindi il fattore di amplificazione necessario è uguale a 10. In questo modo si ottiene una tensione variabile tra 0V e 5V, con un'escursione di 5V, ma inadeguata rispetto al campo di misura del convertitore A/D in quanto il segnale è caratterizzato da un offset di 2,73 Volt che bisogna eliminare.
A questo scopo è stato utilizzato il circuito riportato in figura 2, che permette di generare una tensione di riferimento di 2,73 Volt necessaria per traslare il segnale fornito dal trasduttore.

Figura 4: Modalità di corrispondenza delle codifiche dei livelli digitali/tensione/temperatura

In figura 3 viene riportato lo schema del blocco di conversione A/D e di visualizzazione. L'amplificazione del segnale è stata realizzata con un amplificatore operazionale TL081 in configurazione differenziale ai cui ingressi sono stati collegati il segnale del generatore di offset e il segnale prodotto dal trasduttore LM335. Il segnale differenziale viene amplificato con un guadagno di 10.

Come modulo A/D è stato utilizzato un ADC0804: si tratta di un convertitore ad otto bit del tipo ad approssimazioni successive. Il campo di misura è di 5V positivi applicabili su due ingressi differenziali ad alta impedenza d'ingresso.
La conversione viene gestita con un clock generato dallo stesso chip, con il solo ausilio di un condensatore ed una resistenza.
La tensione di riferimento utilizzata dal convertitore per effettuare la conversione è stata generata tramite un partitore resistivo realizzato mediante due resistenze di precisione.
Il convertitore ADC 0804, che opera in modalità fre-running, produce in uscita dei dati ad 8 bit che vengono utilizzati per indirizzare una EEPROM 27C256 che è stata programmata tenendo conto che:

- La risoluzione in termini di temperatura vale:

$$R = \frac{50}{256} = 0,19\ 0,2\ C°$$

- La precisione richiesta al sistema è di ± 1 C°

In figura 4 sono indicate le modalità di corrispondenza delle codifiche dei livelli digitali/tensione/temperatura.

ADDRESS		CODE
Dec	HEX	
0-4	0000÷0004	00
5-9	0005÷0009	01
10-14	000A÷000E	02
...	...	...
245÷249	00F5÷00F9	49
250÷254	00FA÷00FE	50
255	00FF	51

Figura 5: Valori codificati all'interno della EEPROM

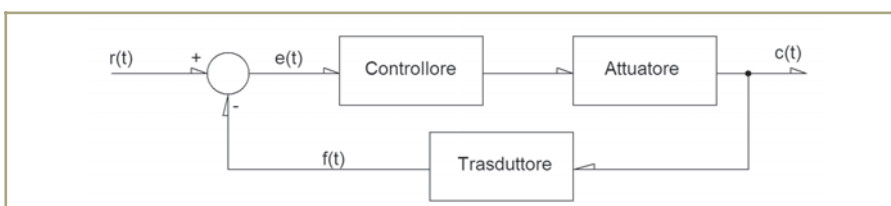



Figura 6: Schema a blocchi del sistema di controllo

All'interno delle locazioni della EEPROM sono stati codificati i valori in codice BCD corrispondenti alle cifre delle temperature da visualizzare. In pratica o valori vanno da "00" fino a "51" e sono caricati in maniera ordinata ogni 5 locazioni consecutive. La figura 5 mostra la struttura dei dati nella EEPROM e, per semplicità sono state riportate le prime 15 locazioni (dall'indirizzo 0000 all'indirizzo 000E) e le ultime 11 (dall'indirizzo 00F5 a 00FF).
L'uscita dati della EEPROM è stata collegata direttamente a due visualizzatori esadecimali con decodifica integrata TIL311.

SISTEMA DI CONTROLLO ON/OFF DELLA TEMPERATURA

Il principio di funzionamento del

AND • SILICON

L'EVOLUZIONE DELLA COMUNICAZIONE

5 - 6 GIUGNO 2004

28ª EDIZIONE
Orario: 9.00 - 18.00

IL PASSATO E IL FUTURO

MOSTRA-MERCATO

APPARATI E COMPONENTI PER TELECOMUNICAZIONI, INTERNET E RICETRASMISSIONI DI TERRA E SATELLITARI. ANTENNE, ELETTRONICA, COMPUTER, CONSOLE, VIDEOGIOCHI, TELEFONIA STATICA E CELLULARE, EDITORIA SPECIALIZZATA

BORSA-SCAMBIO

DI SURPLUS RADIOAMATORIALE E TELEMATICO

RADIOANTIQUARIATO EXPO

Con il patrocinio della Sezione Radioamatori A.R.I. di Milano
www.arimi.it

Con il patrocinio dell' Assessorato alla Cultura e Servizi Educativi del Comune di Segrate

PARCO ESPOSIZIONI NOVEGRO

MILANO LINATE AEROPORTO

IL POLO FIERISTICO ALTERNATIVO DELLA GRANDE MILANO

Organizzazione: COMIS - Parco Esposizioni Novegro - Via Novegro 20090 Segrate (MI)
Tel. +39-027562711 - Fax +39-0270208352
E-mail: radiant@parcoesposizioninovegro.it - www.parcoesposizioninovegro.it

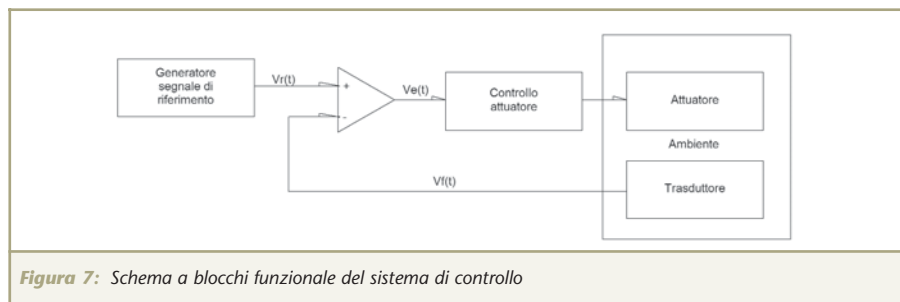



Figura 7: Schema a blocchi funzionale del sistema di controllo

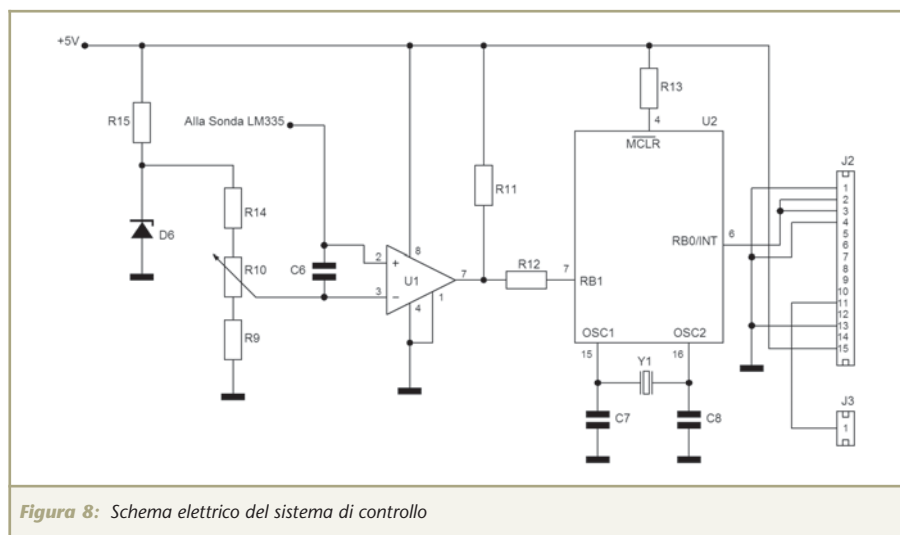



Figura 8: Schema elettrico del sistema di controllo

Sistema di controllo	
Dispositivo di potenza	Riscaldatore
Blocco di reazione	Trasduttore di temperatura
Nodo di confronto	Comparatore di tensione
Blocco di comando	Interruttore azionato elettricamente BJT
Grandezza controllata	Temperatura dell'ambiente
Segnale di reazione	Tensione proporzionale alla temperatura dell'ambiente
Segnale di riferimento	Tensione proporzionale alla temperatura che si vuole stabilire
Segnale di errore	Tensione solo su due livelli: basso e alto
Azione di comando	Interruzione o non interruzione della alimentazione dell'attuatore

sistema di controllo utilizzato può essere descritto facendo riferimento alla figura 6.

Il blocco di reazione rileva la grandezza c(t) controllata dal sistema (temperatura) e la converte in un segnale elettrico f(t) (tensione), confrontato con un altro di riferimento r(t); dal nodo di confronto esce un segnale e(t) che viene interpretato dal blocco di comando, il quale agisce sul dispositivo di potenza del sistema controllato.
L'azione esercitata dal blocco di comando è semplicemente quella di attivare o disattivare l'elemento di potenza del sistema controllato.
Il dispositivo che si vuole realizzare deve spegnere un riscaldatore, quando la temperatura dell'ambiente supera quella di riferimento, e riaccenderlo quando la temperatura torna ad essere inferiore.
Un sistema di controllo che realizza questa funzione può essere realizzato secondo lo schema a blocchi funzionale indicato in figura 7.
Il funzionamento può essere così schematizzato:

- Il traduttore rileva la temperatura dell'ambiente c(t) e determina una tensione proporzionale ad essa.
- Questa tensione viene confrontata con un'altra di riferimento Vr(t) e se:
  $Vf(t) < Vr(t) \rightarrow Ve(t) = VH$
  il riscaldatore rimane acceso
  $Vf(t) \geq Vr(t) \rightarrow Ve(t) = VL$
  il riscaldatore si spegne

SCELTE OPERATIVE

Sistema di controllo

In figura 8 viene riportato lo schema elettrico del sistema di controllo.

Un oscillatore del tipo a tre punti, realizzato con un quarzo a 4 MHz e due condensatori da 22 pF genera il segnale di temporizzazione necessario al funzionamento del microcontrollore PIC16F84.
L'uscita del comparatore LM311, (che opera il confronto fra il segnale di riferimento prodotto dal partitore resisitivo e il segnale proveniente dal trasduttore LM335) è monitorata direttamente dal microcontrollore. Il dispositivo legge il dato che arriva sull'ingresso RB1 e decide se fornire o meno sull' uscita RB0 un'onda quadra ad una frequenza di circa 2.3 Khz, generata tramite una routine firmware. L'uscita del microcontrollore mantiene gli standard elettrici TTL per la comunicazione con il modulo trasmittente.

PROGETTO DEL BLOCCO GENERATORE DEL SEGNALE DI RIFERIMENTO

Con riferimento alla figura 9, l'obiettivo è quello di avere sull'uscita del potenziometro una tensione variabile tra 2,73 e 3,23 Volt in modo da poter operare un confronto nel comparatore con la tensione prodotta dal trasduttore LM335.
Il diodo zener da 3,9 Volt viene

usato per mantenere la tensione stabile sul carico.
Imponendo nel partitore di tensione una corrente I_p di 1 mA, è possibile impostare il seguente sistema matematico in tre equazioni e tre incognite:

$$\begin{cases} R_{14}+R_{10}+R_9 = \dfrac{V_D}{I_p} = \dfrac{3,9}{0.001} \\ \dfrac{3,9}{R_{14}+R_9} \cdot R_9 = 2,73 \quad \text{(Potenziometro al minimo)} \\ \dfrac{3,9}{R_{14}+R_{10}+R_9} \cdot (R_9+R_{10}) = 3,23 \quad \text{(Potenziometro al massimo)} \end{cases}$$

Risolvendo il sistema si ricava:

R14 = 0.67 Kohm
R10 = 1,76 Kohm
R9 = 1,56 Komh

Il valore della resistenza di limitazione collegata tra Vcc ed il diodo zener viene ricavato imponendo una corrente max di 5 mA e di conseguenza:

$$R_{15} = \frac{5-3,9}{0,005} \approx 220 \text{ Ohm}$$

ALIMENTAZIONE

L'alimentazione è ottenuta dai 220 V ca di rete mediante un alimentatore stabilizzato con uscita 5 V continua; lo schema è riportato in figura 10.

MODULO DI TRASMISSIONE

Il trasmettitore utilizzato (riportato in figura 11) è un modulo ibrido a radiofrequenza (TX- 433SAW), operante su una portante di 433,92MHz (ottenuta mediante un oscillatore SAW). La trasmissione avviene tramite una modulazione OOK, cioè in ON-OFF (la portante viene trasmessa se il segnale è un MARK e quando c'è uno SPACE non viene trasmesso nulla). La potenza di uscita è variabile tra 7,5dB e 10,5 dB immessi su un'antenna adattata a 50 ohm. Tutti i componenti sono SMD (a montaggio superficiale) montati su una piastra di allumina, per ottenere una miniaturizzazione del modulo e per mantenere un'elevata precisione.
Sono state inoltre utilizzate delle antenne a stilo (con impedenza di 50 ohm e tarate sulla frequenza di 433,92 MHz), costituite da un conduttore interno rivestito in gomma. Dimensioni: H= 90mm con diametro alla base di 10 mm e vite di fissaggio di diametro 6 mm.

FIRMWARE DEL MICROCONTROLLORE PIC16F84

```
;****************
; Control.ASM
;****************
    PROCESSOR 16F84
    RADIX DEC
    INCLUDE "P16F84.INC"
    ERRORLEVEL -302
```

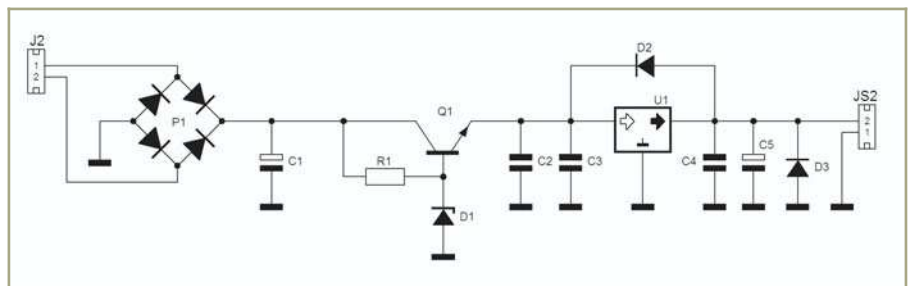



Figura 10: Alimentatore per il sistema

Figura 9: Blocco generatore del segnale di riferimento

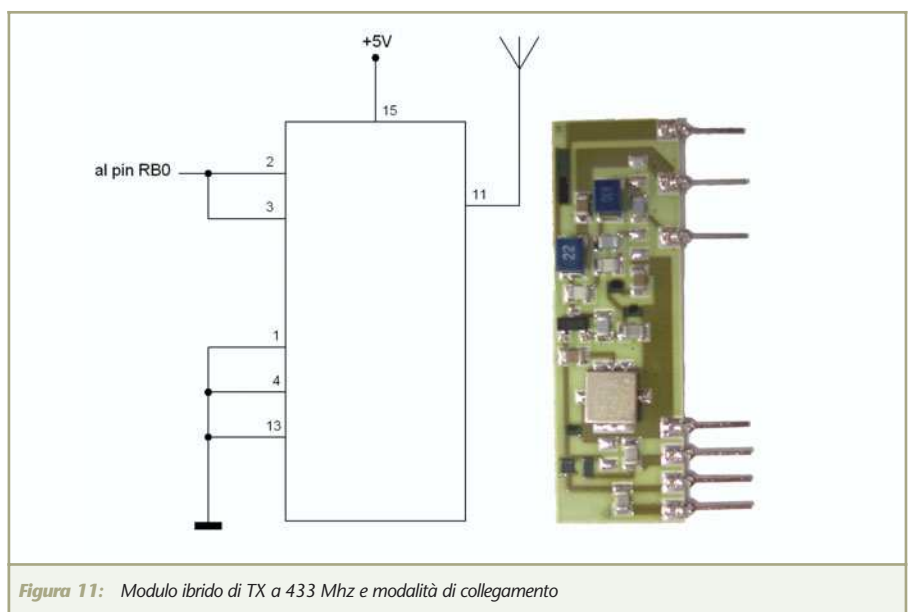



Figura 11: Modulo ibrido di TX a 433 Mhz e modalità di collegamento

```
    __CONFIG 0x3FF1
OUT EQU 0
IN EQU 1
    ORG 0x0C
Count RES 1
    ORG 0x00
    bsf STATUS,RP0
    movlw B'00011111'
    movwf TRISA
    movlw B'11111110'
    movwf TRISB
    bcf STATUS,RP0
Main
    btfss PORTB,IN
    goto Main
    bsf PORTB,OUT
    call Delay
    bcf PORTB,OUT
    call Delay
    goto Main
Delay
    movlw.40
    Movwf Count
LOOPD
    nop
    nop
    decfsz Count,1
    goto LOOPD
    return
    END
```

La prima parte del codice contiene le informazioni necessarie al compilatore, la dichiarazione delle variabili d'utente, la definizione delle etichette e la configurazione delle porte.
Il programma ha inizio con il monitoraggio dello stato dell'ingresso RBO, collegato all'uscita del comparatore LM311: se questa è a livello alto il micro provvede a generare un'onda quadra ad una frequenza di circa 2,3 Khz sull'uscita RB1; non viene invece generato alcun segnale su RB1 nel caso in cui l'ingresso RB0 sia a livello logico basso.
L'onda quadra viene generata attraverso una successione di attivazioni on-off dell'uscita RB0 e di chiamate ad un routine di ritardo.
Questa subroutine è utilizzata per far permanere ad uno stato alto o basso per un determinato tempo l'uscita RBO; la sua struttura è sviluppata in modo da ottenere un ritardo tale da consentire di generare un'onda quadra con una frequenza di circa 2,3 Khz da utilizzare per la trasmissione dal modulo ibrido. Il funzionamento è molto semplice: viene ripetuto per 40 volte un ciclo di decremento di un contatore in modo da ottenere il tempo di ritardo desiderato.

STAZIONE DI RICEZIONE

Lo schema a blocchi del sistema utilizzato per la ricezione dei dati inviati dalla stazione remota è indicato in figura 12.
Il blocco di ricezione, è composto da un modulo ibrido AUREL, tara-

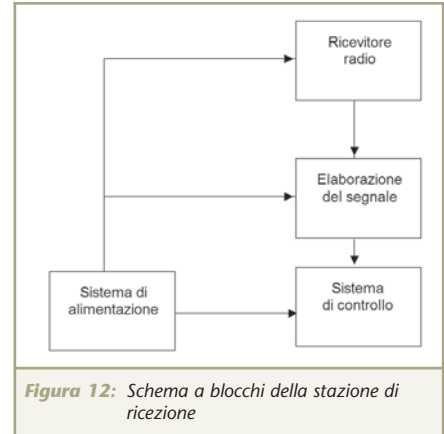



Figura 12: Schema a blocchi della stazione di ricezione

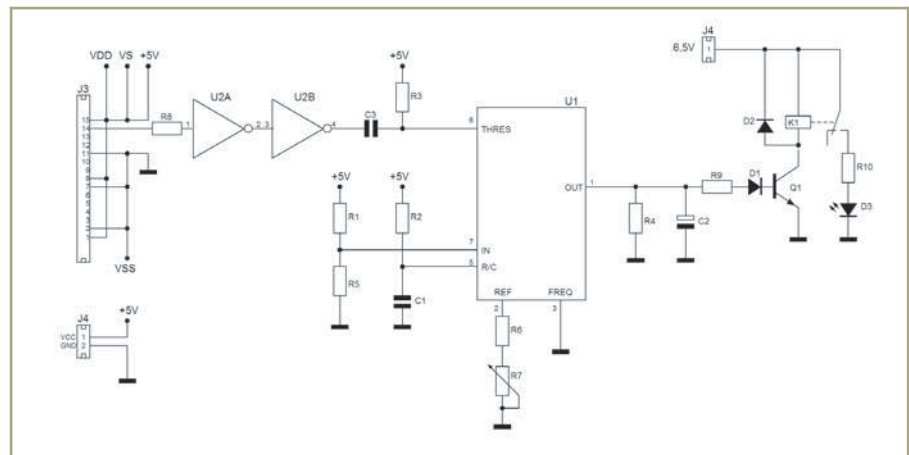



Figura 13: Schema della stazione ricevente

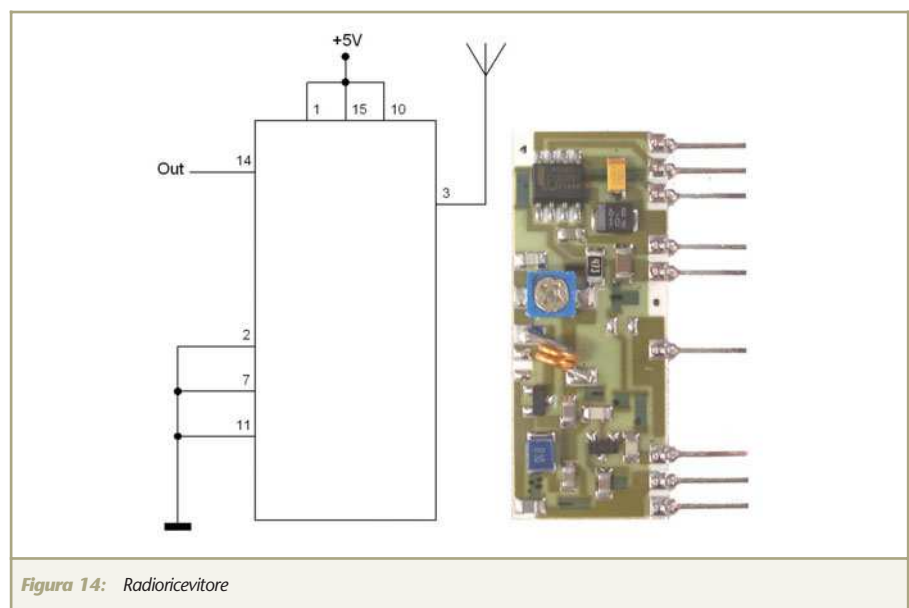



Figura 14: Radioricevitore

to su una portante di 433.92 MHz collegato ad un'antenna esterna rivestita in gomma.
Il sottosistema di elaborazione ha lo scopo di effettuare la conversione frequenza tensione del segnale proveniente dal modulo ibrido. E' stato utilizzato a questo fine un convertitore LM331.
Il sistema di controllo, è costituito da un transistor BC107 pilotato dai due livelli di tensione prodotti dal convertitore frequenza tensione, in corrispondenza della trasmissione On-Off dell'onda quadra a 2,3 Khz generata e controllata dal microcontrollore PIC16F84 sulla base dei livelli ricevuti dal comparatore LM311.
Il transistor BJT a sua volta pilota la bobina di un relé elettromeccanico responsabile dell'alimentazione dell'attuatore da controllare.

Il ricevitore (figura 14) è un modulo ibrido a radiofrequenza (RF290A-433SAW), operante su una portante di 433,92MHz (ottenuta mediante un oscillatore SAW). La ricezione avviene tramite una modulazione OOK, cioè in ON-OFF (la ricezione della portante equivale ad un MARK, la mancanza di essa è uno SPACE). Tutti i componenti sono SMD (a montaggio superficiale) montati su una piastra di allumina, per ottenere una miniaturizzazione del modulo e per mantenere un'elevata precisione.

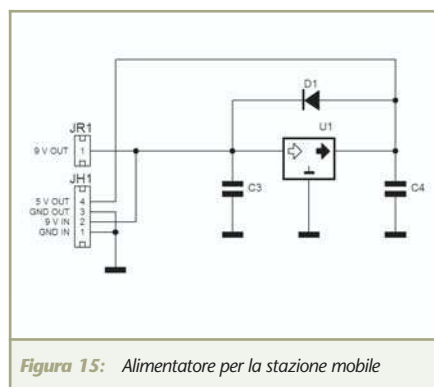



Figura 15: Alimentatore per la stazione mobile

Alimentazione della stazione mobile

La stazione mobile è alimentata da una pila alcalina che fornisce una tensione continua di 9 V. La tensione di 5 V fissi che serve ad alimentare il circuito viene ottenuta da un circuito realizzato con uno stabilizzatore 7805 secondo lo schema indicato in figura 15.

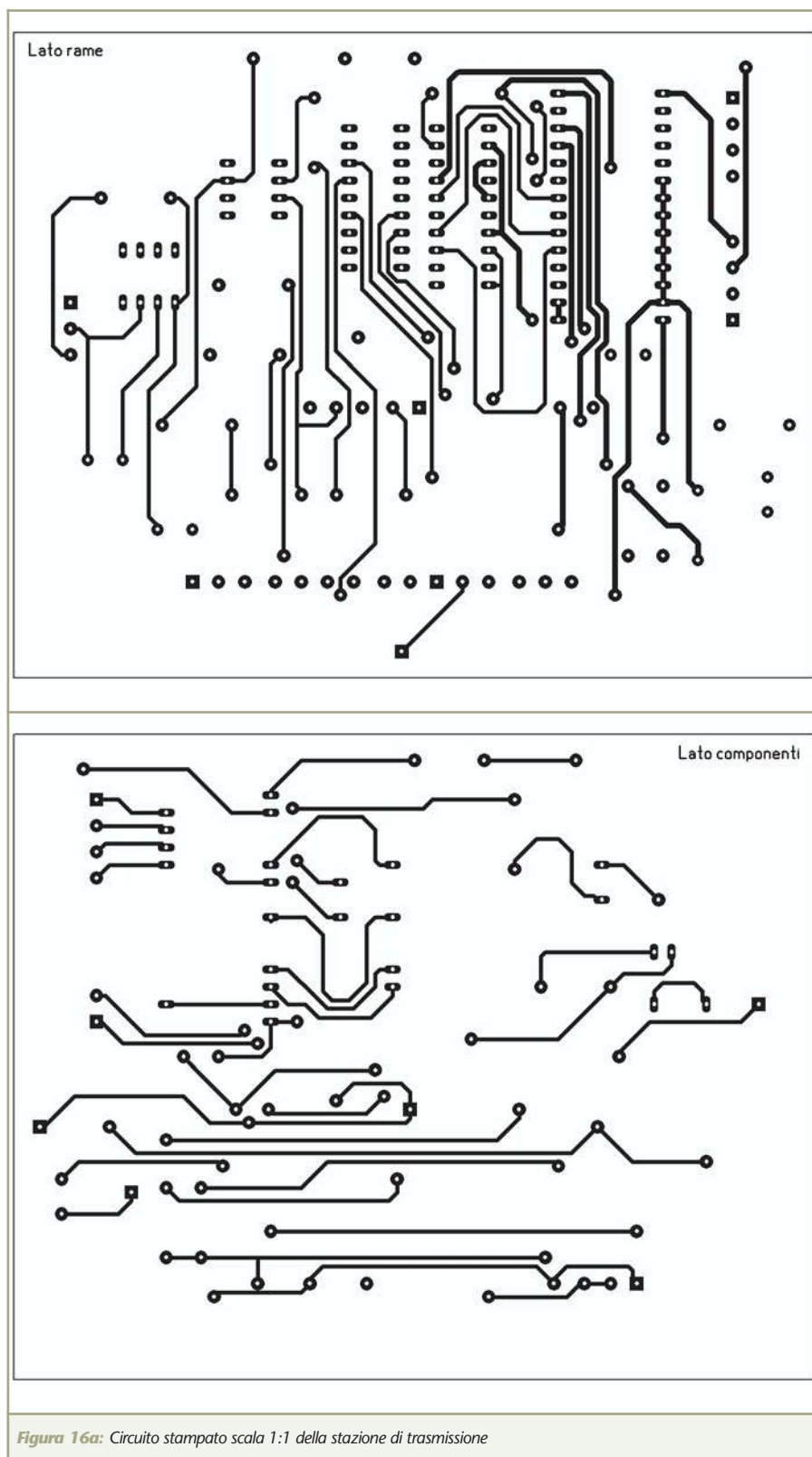



Figura 16a: Circuito stampato scala 1:1 della stazione di trasmissione

Alimentazione trasmettitore Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
R1	470 Ω 1/4 W
C1	2200 mF elettrolitico
C2÷C5	100 nF ceramico
D1	Zener 9,1 V
Q1	BC337
D2, D3	1N4007
P1	Ponte raddrizzatore 0,5 A
U1	LM7805

Figura 16b: Posizionamento componenti della stazione di trasmissione

REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI

I prototipi sono stati realizzati partendo dalla progettazione dei circuiti stampati, con l'ausilio di programmi CAD per il disegno elettronico.
Nel nostro caso sono stati utilizzati i pacchetti software ORCAD CAPTURE e ORCAD LAYOUT, per la realizzare gli schemi elettrici, layout dei componenti e per lo sbroglio.
Nelle figure da 16 a 19 sono riportati i circuiti stampati ed elenchi componenti dei diversi componenti del sistema.
La fase successiva è stata quella della fotoincisione articolata nei seguenti passi:

- Utilizzo del bromografo per polimerizzare il photoresist presente sulle basette.
- Sviluppo delle basette tramite RVP positivo.
- Incisione del rame tramite cloruro ferrico.
- Strippaggio del fotoresist residuo

Figura 17: Layout e circuito stampato per display TIL311

Convertitore A/D Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
R1, R4	1 KΩ 1/4 W
R2	2,2 KΩ 1/4 W
R3, R5, R6	10 KΩ 1/4 W
R4	1 KΩ 1/4 W
U1	TL081
D1	LM335
C5	120 pF ceramico
U2	ADC0804
U3	27C256

Sistema di controllo Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
R9	1,56 KΩ 1/4 W
R10	Potenziometro 2 KΩ
R11, R13	10 KΩ 1/4 W
R12	12 KΩ 1/4 W
R14	670 Ω 1/4 W
R15	220 Ω 1/4 W
D5	Zener 3,9 V
U1	LM311
C7, C8	22 pF ceramico
Y1	Quarzo 4 MHz
U2	PIC16F84

sulle piste ed i pad.

- Foratura dei Pad tramite trapano a colonna.

Una volta ultimati i circuiti stampati, si è passati alla saldatura dei componenti sulle schede utilizzando una stazione saldante.

COLLAUDO

Un iniziale collaudo è stato effettuato realizzando un cablaggio su breadboard dei vari sottosistemi al fine di verificarne il corretto funzionamento.
In questa fase sono stati verificati e confrontati i dati di progetto dei parametri elettrici (tensioni, correnti) con quelli reali rilevati sul circuito tramite strumentazione (tester digitale, oscilloscopio, eccetera). In seguito si è proceduto alla taratura dei vari trimmer per soddisfare le specifiche richieste. La taratura è stata eseguita con l'ausilio di un termometro campione.
Una volta verificato il funzionamento del circuito si è passati alla realizzazione dei circuiti stampati e successivamente al montaggio; la fase di collau-

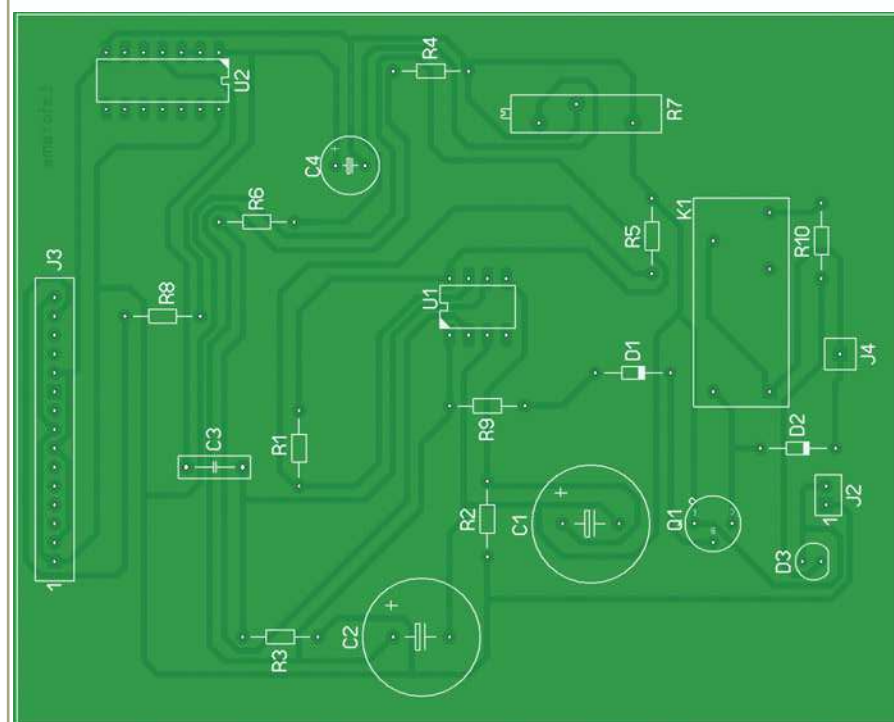
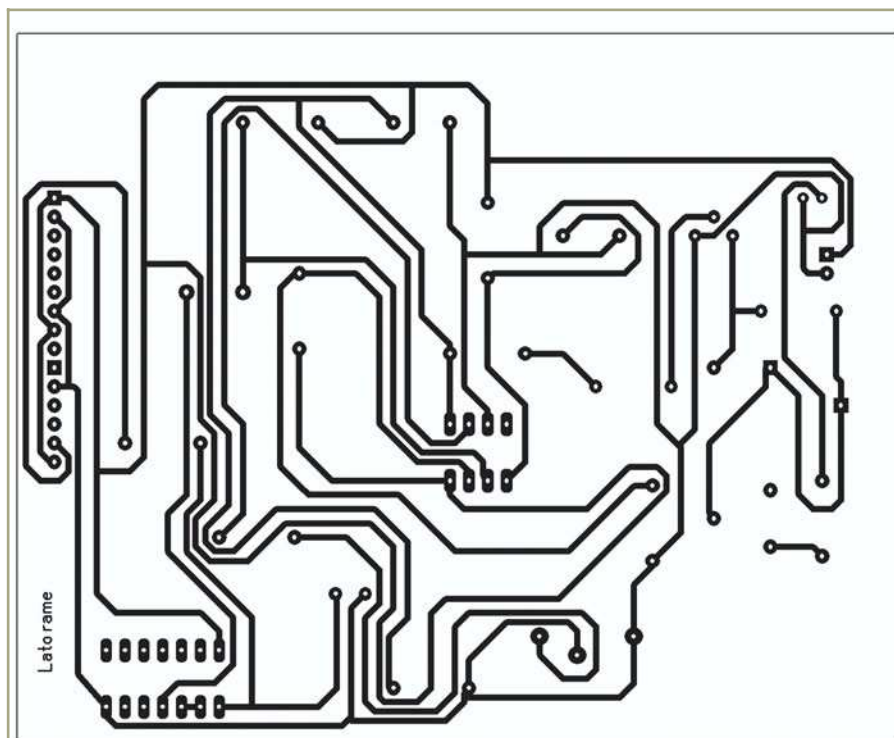



Figura 18: Layout e circuito stampato della stazione ricevente

Stazione ricevente
Elenco componenti

Sigla	Valore
R1, R3, R9	10 KΩ 1/4 W
R2	6,81 KΩ 1/4 W
R4	100 KΩ 1/4 W
R5	68 KΩ 1/4 W
R6	12 KΩ 1/4 W
R7	5 KΩ 1/4 W
R10	330 Ω 1/4 W
C1	10 nF ceramico
C2	1 µF elettrolitico
C3	470 pF ceramico
U1	LM331
U2	40106
Q1	BC107
D2	1N4007
D3	LED
K1	Relè

Alimentatore stazione mobile
Elenco componenti

Sigla	Valore
D1	1N4007
C3,C4	100 nF ceramico
U1	LM7805

do è stata quindi ripetuta prestando particolare attenzione alla continuità delle piste e alla verifica delle saldature. Come ultima fase è stato testato il funzionamento del sistema complessivo, valutandone sperimentalmente anche la portata che è risultata di circa 200 m.

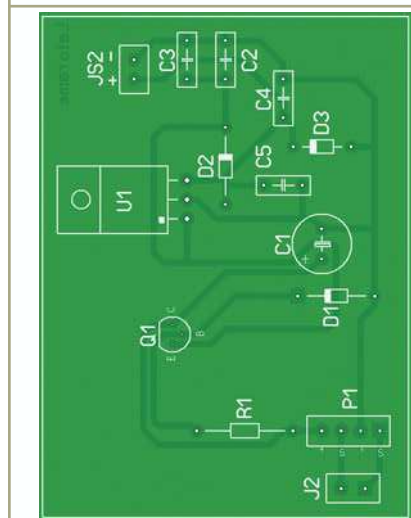
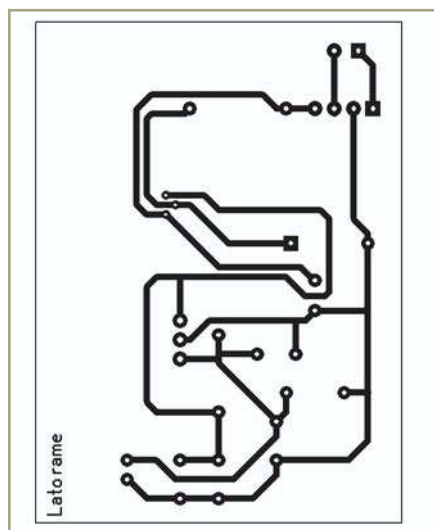



Figura 19: Layout e circuito stampato del modulo generatore di offset

Generatore di offset Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
D1	1N4007
R2	Potenziometro 10 KΩ
R3	2,2 Ω 1/4 W
C3,C4	100 nF ceramico
U1	LM7805

TARATURA E MANUTENZIONE

La taratura è stata effettuata direttamente in fase di assemblaggio, quindi non è più necessaria durante l'utilizzo del dispositivo.

CARATTERISTICHE FISICHE E MECCANICHE DEL SISTEMA

Ricevitore: Contenitore plastico di colore beige ed azzurro - Dimensioni esterne 210x45x85 - mm aggiuntivi di antenna esterna (90 mm) - Peso 800 g circa.

Trasmettitore

Contenitore plastico di colore beige ed azzurro - Dimensioni esterne 210x45x85 mm aggiuntivi di antenna esterna (90 mm) - Peso 1.5 Kg circa - Portata (raggio di azione): circa 200 metri.

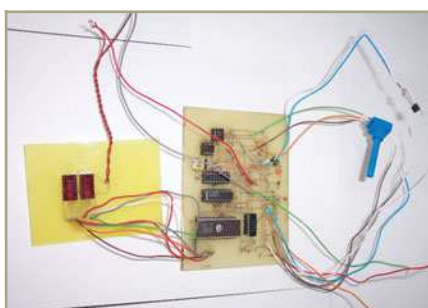



Figura 20: Stazione di rilevamento e trasmissione

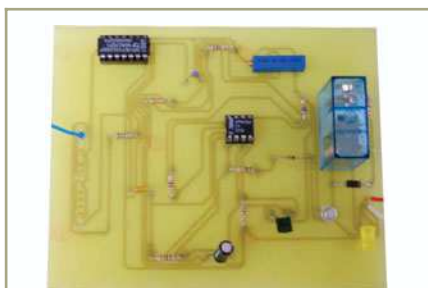



Figura 21: Stazione fissa lato componenti

PARTECIPARE A SCUOLABUS

La partecipazione è riservata ad istituti tecnici e professionali, con specializzazione in elettronica, informatica e telecomunicazioni. Per partecipare a questa iniziativa, inviate la vostra richiesta a mezzo:

Email: scuolabus@farelettronica.com
Telefono: 02.66504794
Fax: 02.66508225

Figura 22: Fase di taratura e verifica della stazione di rilevamento/visualizzazione tramite termometro campione

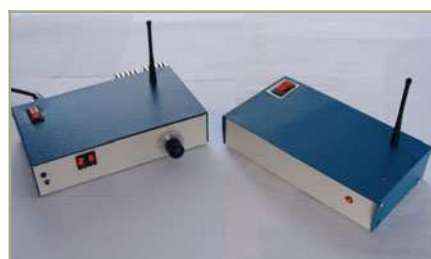
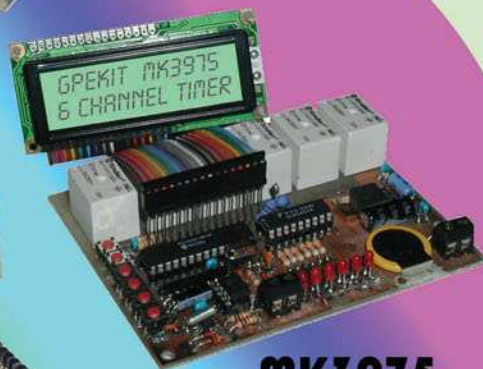
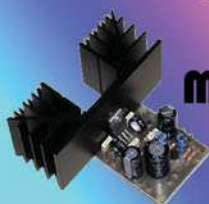
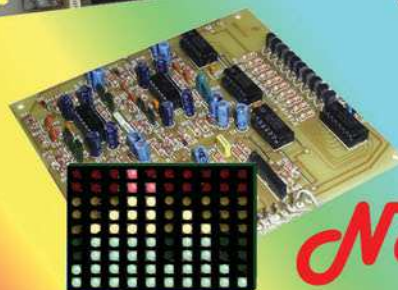



Figura 23: Sistema complessivo

Figura 24: Classe V° D con i Proff. Franco Tedeschi e Nicola De Crescenzo

ALLA SCOPERTA DELL'OPTOELETTRONICA: IL DIODO LED

di Andrea Perilli
aperilli@infinito.it

Per tutti gli adoratori del DIO-do Led una nuova rubrica dedicata alla optoelettronica, in cui tratteremo di tutti quei componenti, semiconduttori e discreti, che hanno a che fare con la luce.
Inizieremo con qualche cenno sulle giunzioni P-N per capire come funziona un diodo per poi passare immediatamente ai Led e di volta in volta per ogni puntata parleremo di un componente diverso, non solo da un punto di vista teorico ma soprattutto pratico. Potremo infatti costruire qualche progetto e alcuni gadget, tutti utili a comprendere le applicazioni possibili dei componenti trattati nella parte teorica.

COSA È UN DIODO

Il diodo a semiconduttore nasce come sostituto delle valvole a vuoto che, seppure efficienti erano molto ingombranti e necessitavano di circuiti ad alta tensione per poter funzionare.
Il suo nome è dovuto al fatto di avere, come il suo gemello valvolare, due piedini (triodo » 3; tetrodo » 4; pentodo » 5).
I primi a nascere furono quelli al Germanio in seguito quelli al Silicio.
Strutturalmente il diodo è formato da due parti dette zone che unite formano appunto una giunzione (figura 1).

Ogni zona è drogata con una sostanza diversa, cioè nei minerali di base puri, Silicio o Germanio, vengono inserite delle sostanze estranee dette droganti, in modo che una sezione sia più "propensa" a cedere elettroni (ZONA N) e l'alta sia più incline a ricevere elettroni (ZONA P).
Il drogaggio di tipo N avviene inserendo delle sostanze chimiche che

aumentano il numero di elettroni liberi. Le sostanze più usate sono: il Fosforo (P), l'Antimonio (Sb) e l'Arsenico (As).
Il drogaggio P si ottiene inserendo delle sostanze chimiche i cui atomi tendono a catturare un elettrone libero. Le sostanze più usate sono: il Gallio (Ga), l'Indio (In), l'Alluminio (Al) e il Boro (B).
In pratica si dice che in un settore vi sono elettroni liberi, cioè capaci di sfuggire all'attrazione dei protoni e quindi di circolare (zona N), mentre nell'altro vi sono delle lacune cioè atomi in cui l'ultima orbita può ospitare elettroni di passaggio (zona P).
Il bello avviene quando questi due settori vengono costruiti su una stessa barretta, perché come per due vere e proprie calamite, i loro opposti potenziali si attraggono e nella zona di contatto avviene un fenomeno importante: si forma la regione di svuotamento.
Avviene infatti che gli elettroni della zona N più vicini alla giunzio-

ne vengono attratti dalle lacune della zona P. Migrando dalla zona N alla zona P si genera una regione di svuotamento nella quale gli atomi sono stabili.
Grazie a questa barriera il diodo svolge la propria funzione di semiconduttore e quindi di raddrizzatore.
Se infatti polarizziamo direttamente un diodo cioè diamo tensione positiva all'anodo e massa al catodo, il diodo condurrà, ma solo se la tensione sarà capace di abbattere la barriera della regione di svuotamento, infatti, la soglia di conduzione di un diodo è 0,2 V per quello al germanio e 0,7 V per quello al silicio.
Se invece polarizzeremo inversamente un diodo questo non potrà condurre, perché una volta che le lacune della zona P saranno colmate, gli elettroni non riusciranno a passare attraverso la regione di svuotamento.

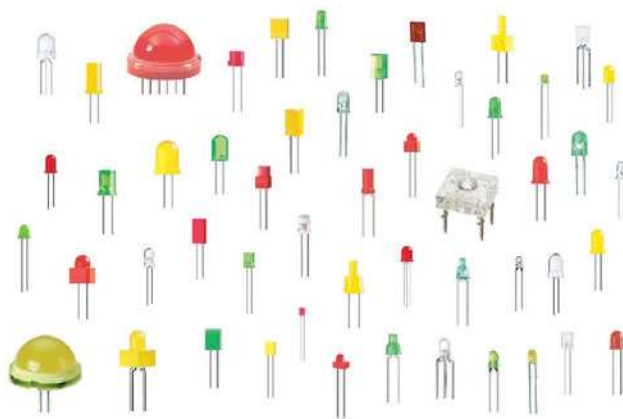



Figura 1: Struttura di un diodo

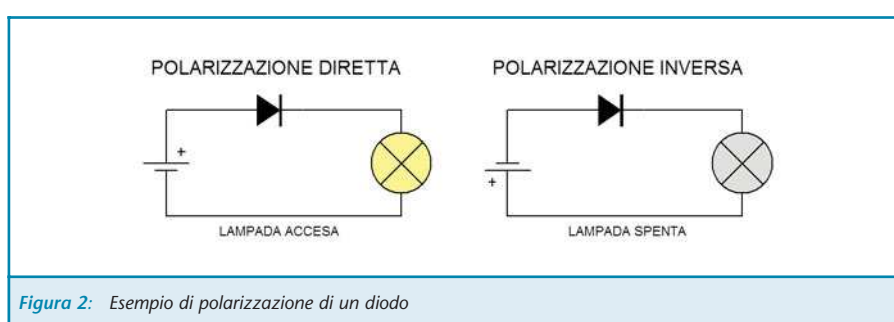



Figura 2: Esempio di polarizzazione di un diodo

IL DIODO LED

Eccoci giunti finalmente a parlare del nostro componente preferito: il diodo LED.
Cominciamo col dire cosa significa la sigla **LED**: è l'acronimo di **L**ight **E**mitting **D**iode cioè diodo emettitore di luce. Praticamente il led è un diodo che percorso da corrente emette luce, non è una lampadina come alcuni erroneamente pensano perché, pur emettendo luce, conserva tutte le caratteristiche di un diodo: semiconduttività, tensione di soglia, tensione di rottura e così via.
Dalla sua invenzione il led fu subito impiegato nelle segnalazioni luminose prendendo il posto delle lampade spia a filamento e al neon.
Quello che giocava a suo favore erano le proprie caratteristiche che già da allora lo facevano preferire alle comuni lampade spia. Basti pensare che un diodo vanta come durata minima qualche decina di migliaia di ore di funzionamento, può essere alimentato con bassa tensione (contro i 110/220 V delle lampade al neon), a pieno regime evidenzia un basso consumo ed infine dispone di varie tonalità di colore senza l'utilizzo di ghiere colorate.
Tutto questo ha fatto si che il led diventasse molto importante nelle applicazioni in cui c'è bisogno di un segnalatore luminoso. Basta guardarci un po' intorno per scoprire che siamo circondati da dispositivi che li adottano: nella TV, nel telecomando, nell'impianto Hi-Fi, nel cellulare, per strada i cartelloni pubblicitari, i semafori, i segnali luminosi nelle gallerie ecc.
Certo che dalla sua invenzione ad oggi il led ha subito una grande evoluzione pur restando però, un componente di largo impiego.

COME È FATTO UN LED

Strutturalmente il led è composto da tre parti, come visibile in figura 3:

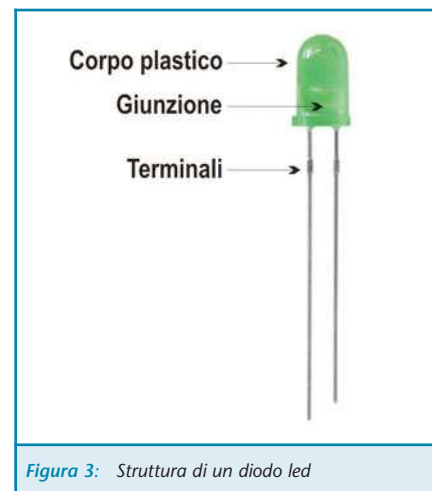



Figura 3: Struttura di un diodo led

- Corpo plastico.
- Giunzione.
- Terminali o reofori.

IL CORPO PLASTICO è un bulbo in cui è contenuta la giunzione, può essere trasparente o a diffusione (colorato) ed è quello che stabilisce la forma del led, può essere cilindrico, quadrato, rettangolare o con diametro di 3, 5, 8 o 10 mm.

Sul corpo dei led cilindrici è presente uno smusso con cui è possibile individuare il catodo.

LA GIUNZIONE è il cuore del led ed è grazie ad essa che il diodo emette luce come spiegheremo più avanti. Se la guardiamo con attenzione noteremo che i due elementi non sono uguali perché il catodo è più largo dell'anodo così da facilitarne l'individuazione.

I TERMINALI sono i piedini del led, quando sono integri è possibile identificare il catodo come il terminale più corto.

I COLORI DEL LED

L'emissione di luce colorata non è da attribuirsi al corpo plastico ma alle sostanze droganti che costituiscono la giunzione, infatti ogni sostanza si comporta diversamente al passaggio degli elettroni, liberando dei fotoni su lunghezze d'onda diverse per ogni tipologia di sostanza e generando quindi colori diversi (figura 4).

POLARIZZAZIONE DI UN LED

Parliamo ora di come far funzionare un led: la prima cosa da sapere prima di alimentare un led è che non va sottoposto a correnti maggiori di 15/20 mA oppure si brucerà; la seconda è che proprio come un comune diodo dovremo polarizzarlo direttamente se vorremo farlo accendere; la terza è che ogni tipo di led possiede una caduta di tensione che corrisponde alla soglia di accensione al di sotto della quale il led resta spento.

Elemento erogante	Simbolo	Colore	Caduta (Volt)
Arseniuro di Gallio	GaAs	Infrarosso	1,1
Arseniuro + Fosfuro di Gallio	GaAsP	ROSSO	1,8
Fosfuro di gallio	GaP	GIALLO	1,9
Fosfuro di gallio	GaP	VERDE	2
Allumio + Indio + Gallio + Fosforo	AlInGaP	AMBRA	2
Nitruro di Gallio	GaN	BLU	3
		BIANCO	3

Figura 4: *Caratteristiche dei diversi tipi di led*

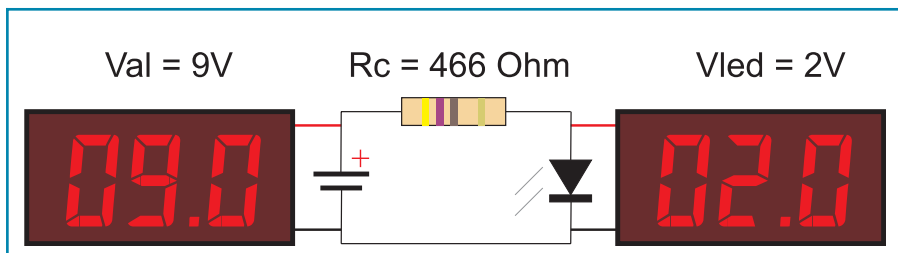



Figura 5: *Esempio di polarizzazione di un diodo led verde*

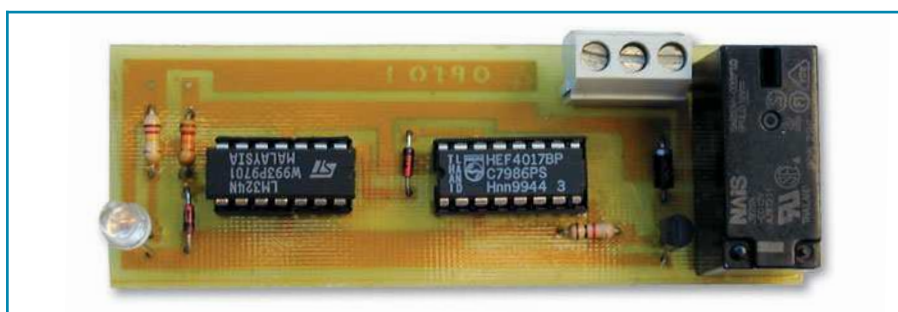



Figura 6: *Ecco come appare la scheda montata*

Dalla figura 4 possiamo ricavare i valori delle cadute di tensione e quindi stabilire il valore della resistenza da applicare in serie al led per limitare la corrente a 15 mA. Useremo una semplice formula:

Rc = (Val-Vled) : 0,015

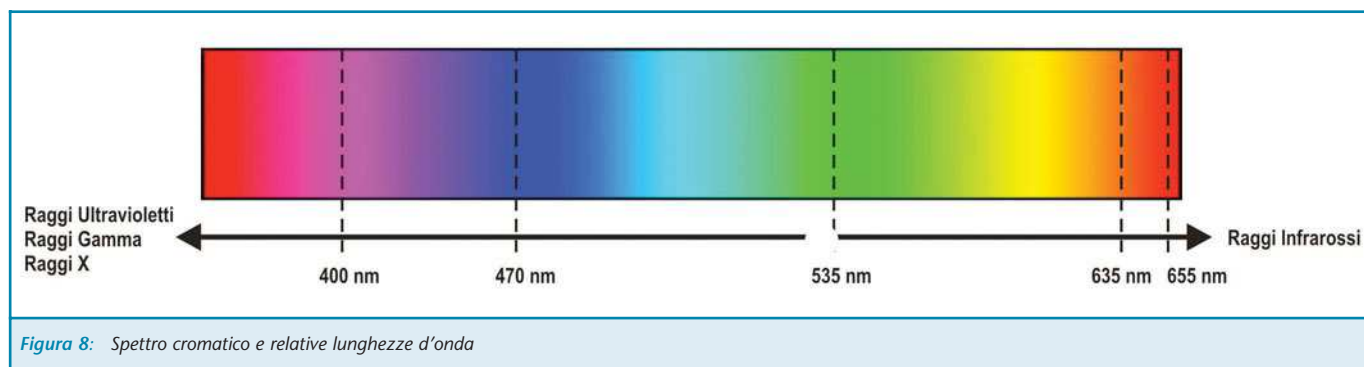
Dove:

- **Rc** è il valore espresso in ohm della resistenza di caduta da collegare in serie.
- **Val** è il valore della tensione di alimentazione.
- **Vled** è il valore dei volt caduta del led da applicare.
- **0,015** è il valore espresso in ampere della corrente che attraverserà il led.

Nell'esempio di figura 5, abbiamo proposto una tensione di 9 V e un led verde che ha una caduta di 2 V, ne risultata quindi una resistenza da 466 Ω comodamente sostituibile con un valore commerciale di 470 Ω.

Per concludere la puntata propo-

Figura 7: *Foto di un ciondolo laser*

Figura 8: *Spettro cromatico e relative lunghezze d'onda*

niamo un circuito che utilizza un led alta luminosità rosso e un altro diodo famoso a tutti: il Laser.

LA PRATICA: COMANDO LASER A DISTANZA

Il progetto proposto è un comando a distanza che impiega come trasmettitore un puntatore laser tascabile.
Sfruttando la sua caratteristica proiezione a lunga distanza, riusciremo ad azionare un relé da una cinquantina di metri.
Inutile illustrarne tutte le possibili applicazioni (dalle luci in giardino all'apertura di un cancello oppure una barriera laser a lunga distanza…) sarà la vostra fantasia a proporle.

Cominciamo col dire che cos'è un laser:
la sigla **LASER** è l'acronimo di **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation: amplificazione di luce tramite emissione stimolata della radiazione, in pratica è un dispositivo capace di generare e amplificare radiazioni di frequenza ottica sfruttando il principio fisico dell'emissione stimolata.
Esistono diversi tipi di laser:

- Solidi (a rubino o neodimio).
- A gas (elio-neon o argon).
- A coloranti.
- A semiconduttori.

I primi a essere diffusi furono i laser a gas elio-neon, erano dei tubi a vuoto simili alle valvole, molto efficienti purtroppo però necessitavano per il loro innesco di triplicatori e di alta tensione che li rendevano ingombranti e pericolosi.
In seguito con l'avvento dei semiconduttori furono introdotti i diodi laser a semiconduttore, peccato che erano molto costosi e sensibilissimi alle cariche elettrostatiche, tanto da doverli maneggiare con il polso collegato alla messa a terra.
Più tardi grazie alle modifiche strutturali e alla loro diminuzione di prezzo si scatenò la moda dei ciondoli laser.

Questi ultimi sono dei piccoli diodi laser racchiusi in ciondoli portachiavi in cui alloggiano tre batterie e un pulsante (vedi figura 7), sono alla portata di tutti perché molto economici rispetto ai puntatori più potenti e professionali, inoltre sono facilmente reperibili in qualsiasi negozio di giocattoli. Questi gadget oltre al puro scopo di svago sostanzialmente non hanno molte applicazioni. Qualche cacciatore li ha usati come mirini a puntamento laser, qualcun altro li ha impiegati come effetti speciali per le feste e la discoteca, qualche altro ancora li ha usati come pistole laser per tiro al bersaglio.
La loro caratteristica peculiare è che con soli 5 mW riescono a proiettare il loro puntino luminoso fino a qualche centinaio di metri, a patto però che siano collimati. Ne esistono diversi modelli che si differenziano principalmente per il loro grado di colorazione che di solito si aggira su una lunghezza d'onda di circa 635÷655 nm, lo spettro del rosso.
In figura 8 possiamo notare lo spettro colore e le diverse lunghezze d'onda relative alle emissioni colorate.

Sullo stesso principio funzionano i diodi led sia a diffusione che ad alta luminosità, diversi dai primi perché sul loro corpo includono una lente che concentra il fascio luminoso.

Colore	ROSSO ULTRA
If (max)	50 mA
Vf	1,9 V
Vr (max)	5 V
Intensità a 20 mA	2000 mcd
Angolo di osservazione	15°
Lunghezza d'onda di picco	654 nm

Figura 9: *Caratteristiche del led impiegato nel nostro progetto (dal catalogo RS Components)*

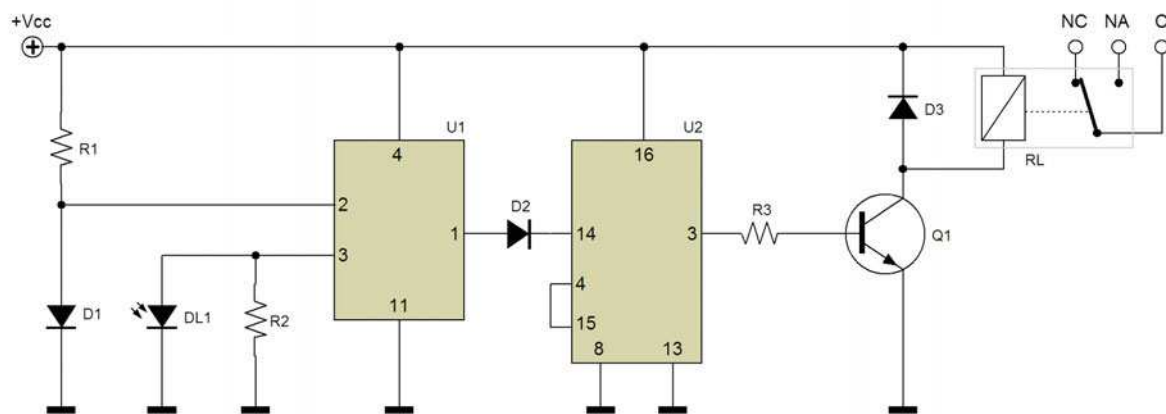



Figura 10: Schema elettrico

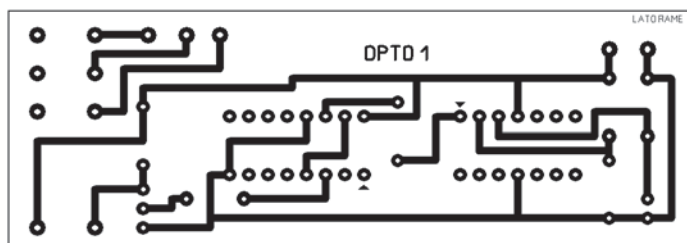



Figura 11: Circuito stampato scala 1:1 (lato rame)

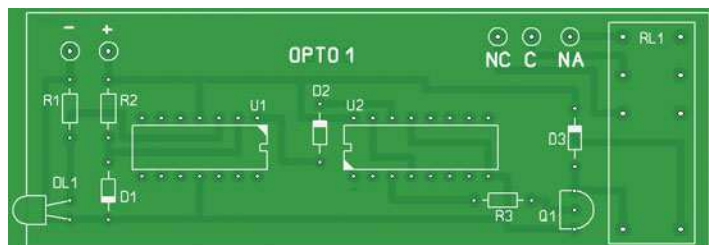



Figura 12: Piano di montaggio

Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
R1	12 KΩ 1/4 W
R2	120 KΩ 1/4 W
R3	1 KΩ 1/4 W
D1, D2	Diodo 1N4148
D3	Diodo 1N4007
DL1	Led vedi testo
U1	LM324
U2	CD4017
Q1	BC547
RL	Relé NAIS 12 V doppio scambio

Nel nostro progetto impieghiamo un diodo led alta luminosità che emette un raggio luminoso sulla stessa lunghezza d'onda del diodo laser. Le caratteristiche del led sono indicate in figura 9.

UN LED COME RICEVITORE

Qualcuno si chiederà il perché di questa scelta, ma ciò è facilmente spiegabile:

- Con un fotodiodo o una fotoresistenza avremmo reso il circuito sensibile ad ogni tipo di luce anche poco intensa.
- Sfruttando la lente del led e il suo angolo di osservazione possiamo restringere ulteriormente la sensibilità al fascio laser.
- Il fatto stesso di possedere la stessa lunghezza d'onda del laser dà origine ad una sorta di chiave in codice.

Il principio di funzionamento sfruttato dal circuito è molto semplice: una giunzione P-N, in questo caso un diodo led, esposta ad una fonte luminosa genera una tensione direttamente polarizzata verso i suoi capi, accade per i fotodiodi ma anche per i led ad alta efficienza.
Il led quindi funziona anche in modo reversibile, infatti se polarizzato direttamente emette luce, se invece esposto alla luce genera tensione anche se di solito non

supera il volt. Nel nostro caso la fonte luminosa è il fascio laser che concentra una grande intensità in un solo puntino.

SCHEMA ELETTRICO

Passiamo ora a spiegare il funzionamento. Lo schema elettrico di figura 10 è già molto esplicito e non necessiterebbe di eventuali spiegazioni ma d'altronde che gusto c'è a progettare se poi non devi spiegare?

Partiamo da U1, l'operazionale che è montato come comparatore di tensione non invertente.
Al suo ingresso invertente, il pin 2, è collegato il partitore R1-D1 che ha il compito di fissare la soglia di riferimento a 0,7 V. Nel momento in cui il led DL1 viene investito dal fascio laser ai suoi capi si genera una differenza di potenziale che induce U1 a commutare la propria uscita a un livello logico alto (12V) che attraverso D2 giunge al pin 14 di U2, questo segnale sarà il clock che scandirà accensione e spegnimento.
Invece del solito Flip-Flop che ci obbligava a circuiti di clock, set, reset e cosi via, abbiamo scelto di usare un C-Mos tipo 4017 che montato opportunamente ci darà sia l'accensione che lo spegnimento con un solo segnale (come se fosse un Flip-Flop D o un D-Latch), non solo, usando questo integrato chi in seguito vuole modificare il circuito, avrebbe a disposizione ben 10 uscite sequenziali da attivare ad ogni "colpo".
Il pin 4 (che in sequenza sarebbe la terza uscita) è collegato al pin 15 (reset) in modo che dopo il secondo segnale di clock il contatore si azzeri e riparta daccapo. Questo piccolo accorgimento fa si che con un impulso il relé si ecciti e con un ulteriore impulso torni a riposo.
Dal pin 3 di U2, attraverso R3, polarizziamo la base di Q1, un transistor NPN che a sua volta pilota il relé, il quale rende disponibile uno scambio "pulito" da utilizzare liberamente.
Al pin 3 è collegata la resistenza R3 che polarizza la base di Q1 che a sua volta attiva il relé. Il diodo D3 serve a proteggere il transistor ed è diverso dagli altri due diodi.

POSSIBILI MODIFICHE

Per chi vuole modificare il circuito riportiamo l'ordine dei pin del 4017 attivabili in sequenza: 3, 2, 4, 7, 10, 1, 5, 6, 9 e 11. Quindi, per ottenere tre uscite, il pin 15 di reset va collegato al quarto pin in sequenza, cioè il pin 7; per quattro uscite bisogna collegare il pin di reset al pin 10 e così via, in base al numero di uscite che vogliamo attivare in sequenza.
Per chi invece ha bisogno di un comando pulsante può eliminare U2 e collegare il pin 14 col pin 3 servendosi di un ponticello.

REALIZZAZIONE PRATICA

Avendo a disposizione il master di figura 11 possiamo realizzare la nostra scheda col metodo della fotoincisione. Ottenuta la nostra scheda potremo iniziare a montare i componenti partendo da quelli a basso profilo, aiutandoci con il piano di montaggio di figura 12.
Cominciamo col saldare le resistenze e in seguito i tre diodi al silicio facendo attenzione alla loro fascia di orientamento.
Proseguiamo il montaggio saldando gli zoccoli per gli integrati facendo riferimento al pin 1. In seguito salderemo il relé e il transistor Q1, avendo cura per quest'ultimo di non montarlo troppo basso per non surriscaldarlo troppo in fase di saldatura. Per concludere salderemo il led DL1 nella posizione più consona al nostro utilizzo del circuito. Dopo aver inserito gli integrati negli zoccoli (attenti al loro verso) possiamo procedere al collaudo.
Colleghiamo un carico al relé e, dopo aver dato tensione al circuito, allontaniamoci; col puntatore laser cerchiamo di "colpire" il led. Se avrete buona mira, al primo colpo il relé si ecciterà attivando il carico, ad un nuovo centro il relé disattiverà il carico.

ULTIME RACCOMANDAZIONI

La prima raccomandazione è di stare attenti al fascio laser perché, se puntato negli occhi, può causare danni alla vista.

La seconda è di scegliere con cura il led che farà da ricevitore, perché più è stretto il suo angolo di osservazione e più il laser e il led dovranno essere allineati per poter funzionare; se nonostante un ampio angolo di osservazione non riuscite lo stesso a centrare il led (questione di mira) basterà togliere il cappuccio del laser e svitare o avvitare la ghiera della collimazione fino a che il puntino rosso si allargherà diventando un trattino. Naturalmente anche se le lunghezze d'onda non sono coincidenti il circuito potrebbe non funzionare.

La terza raccomandazione: per applicazioni che prevedono usi prolungati del laser è consigliabile usare un alimentatore, ma attenti che la sua tensione non superi quella delle batterie o potrete dire addio al laser.

La quarta e ultima: se collegherete al relé un carico a 220 V, converrà racchiudere il circuito in una scatola plastica per evitare scosse elettriche.

Nella prossima puntata parleremo di raggi infrarossi e realizzeremo un circuito sempre utile: un "prova telecomandi".

CONTROLLO DI TEMPERATURA PER PC

di Dario Mazzeo
dmazzeo@ingele.com

Un circuito elettronico di semplice realizzazione, a basso costo, adatto a molte applicazioni, in grado di gestire l'attivazione e la disattivazione di un relé quando la temperatura esterna si discosta dal valore prestabilito. In una delle due versioni proposte può gestire direttamente le ventole del vostro PC.

Il circuito in esame può essere applicato in vari campi, come per la gestione di sistemi di condizionamento, ventilazione e controllo della temperatura.
Nel nostro caso lo utilizziamo per l'attivazione automatica delle ventole supplementari del PC, quando la temperatura interna del case supera una certa soglia.
I vantaggi che ne derivano sono notevoli, sia per la riduzione del rumore prodotto dalle ventole che è di circa 30dB ognuna, sia per l'aumento della vita media delle stesse, dal momento che sono utilizzate solo quando è necessario.
Il circuito presenta due varianti per l'alimentazione dei carichi esterni: la prima utilizza la tensione di alimentazione di 12 V (per la gestione ventole), la seconda utilizza tensioni indipendenti (carichi di qualunque tipo).
In seguito verranno specificate le modalità di connessione.
La logica di funzionamento del circuito può essere rappresentata secondo lo schema a blocchi seguente:
un primo blocco (sensore) ha il compito di convertire la temperatura esterna in una tensione proporzionale; il secondo blocco (controllo) produce un'uscita affermata (valore logico alto), se il valore della temperatura esterna è superiore al valore stabilito; in caso contrario, si ha un'uscita negata (valore logico basso).

LO SCHEMA ELETTRICO

Il sensore utilizzato è un termo-resistore, ovvero, un resistore che cambia la resistenza interna in funzione della temperatura.
La tabella di figura 1 mostra come la tensione (V_o), sul terminale del trimmer, cambia in funzione della temperatura.
I valori di tensione V_o, sono stati determinati sfruttando un partitore resistivo, alimentato a 12 V e costituito dalla serie di due resistori da 56 KΩ e dal termo-resistore da 4.7 KΩ.
L'elemento visibile che indica l'attivazione del relé, è costituito da un LED di colore verde, pilotato da un transistor 2N2222 plastico con resistore da 680 Ω sul collettore.
In questo modo è possibile avere correnti di 15÷18 mA che producono una luce ben visibile del LED, come indicato nello schema di figura 2.
Per l'attivazione del relé, è stato usato un transistor 2N2222 in alluminio, polarizzato in modo da avere correnti di collettore pari a 200 mA.
Il condensatore elettrolitico da 470 µF ha lo scopo di aumentare i transitori di attivazione e spegni-

mento; in questo modo, variazioni brusche della temperatura esterna non produrranno variazioni al funzionamento dei carichi, in termini di accensione e spegnimento.
Il diodo 1N4001 posto in parallelo ai morsetti del relé e contropolarizzato, è utilizzato come diodo di libera circolazione.
Il circuito di controllo è costituito da un trigger, il quale produce uscita negata (valore logico basso), quando la temperatura esterna è inferiore a quella prestabilita, e uscita affermata (valore logico alto) quando la temperatura esterna è superiore a quella prestabilita.
L'operazionale utilizzato è un UA741 con resistore di retroazione del valore di 150 KΩ.
Il valore del resistore è stato calcolato in modo da avere un ciclo di isteresi (differenza di temperatura tra l'attivazione e lo spegnimento) pari a 1÷2° C. Aumentando o riducendo tale valore è possibile, rispettivamente, abbassare o aumentare l'isteresi del sistema.

REALIZZAZIONE

È necessario procurarsi il materiale riportato nell'elenco componenti e realizzare il circuito stampato adatto alle prorpie esigenze secondo i disegni di figura 3 o 4. In seguito i componenti dovranno essere saldati sul circuito stampato partendo da quelli più bassi.
Il circuito stampato è disponibile in due versioni:

- La versione **1.0** prevede che il carico sia connesso direttamente all'alimentazione del circuito; in questo caso è possibile alimentare direttamente le ventole supplementari del proprio PC.
- La versione **2.0**, non alimenta il carico ma svolge esclusivamente il compito di cortocircuitare i due contatti del relé.

Calibrazione del sensore
Per ottenere i risultati desiderati, è necessario regolare il trimmer in modo da avere sul terminale centrale, un valore di tensione prossimo a quello esposto nella tabella di figura 1.
Il metodo più semplice è quello di ruotare il trimmer fino alla disattivazione del carico; successivamente, quando si è raggiunta la temperatura desiderata, occorre ruotare il trimmer nella direzione opposta fino all'attivazione.
Fatto questo il nostro circuito è pronto a funzionare, assemblatelo all'interno del PC e collegatelo all'alimentazione a 12 V utilizzando una delle uscite dell'alimentatore del PC (fili rosso e nero), successivamente collegate le due ventole alle uscite previste.
Il vostro PC vi ringrazierà!

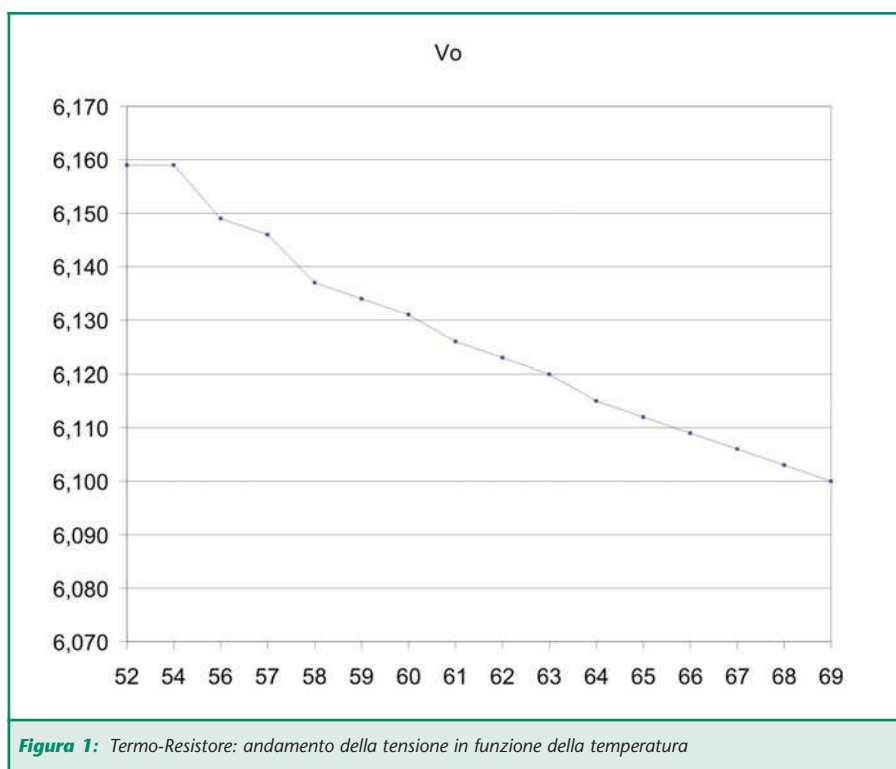



Figura 1: *Termo-Resistore: andamento della tensione in funzione della temperatura*

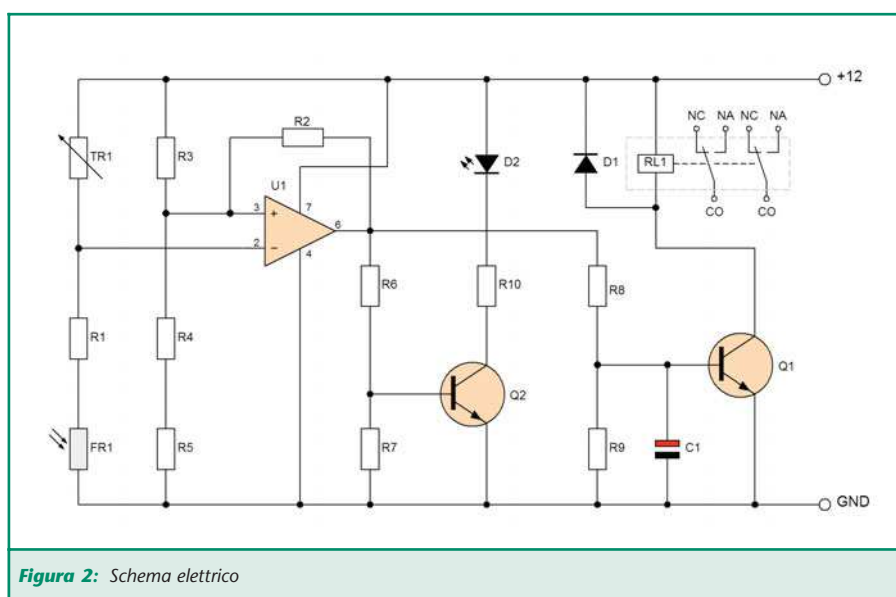



Figura 2: *Schema elettrico*

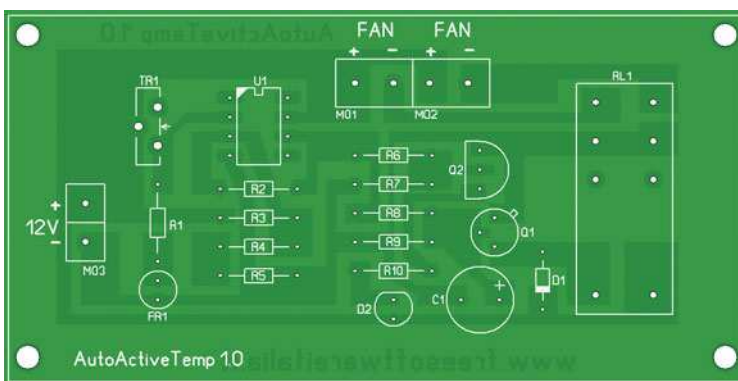



Figura 3: : Circuito stampato e posizionamento componenti del circuito 1.0

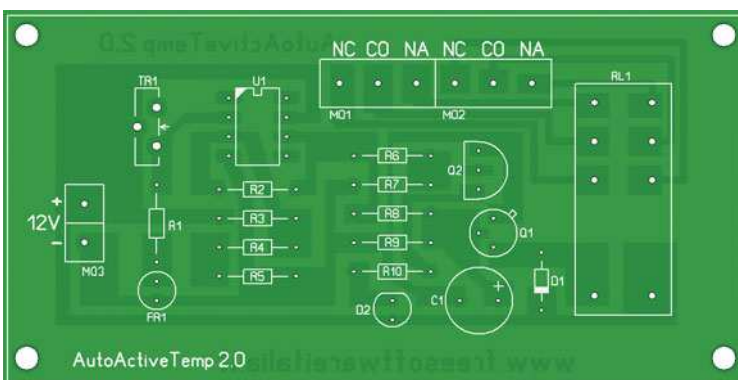



Figura 4: : Circuito stampato e posizionamento componenti del circuito 2.0

Elenco componenti

Sigla	Valore
R1	56 KΩ 1/4 W
R2	150 KΩ 1/4 W
R3, R4	560 Ω 1/4 W
R5	47 Ω 1/4 W
R6	5.6 KΩ 1/4 W
R7, R9	820 Ω 1/4 W
R8	3.3 KΩ 1/4 W
R10	680 Ω 1/4 W
FR1	Termoresistore 4.7 KΩ
TR1	Trimmer 100 KΩ 1/4 W lineare
C1	470 µF 16 V elettrolitico
D1	1N4001
D2	LED verde
Q2	2N2222 plastico
Q1	2N2222 alluminio
IC1	UA741
RL1	12VDC 3A
MO1, MO2	Morsetto serrafilo 2 posti (2.0) o 3 posti (1.0)
MO3	Morsetto serrafilo 2 posti

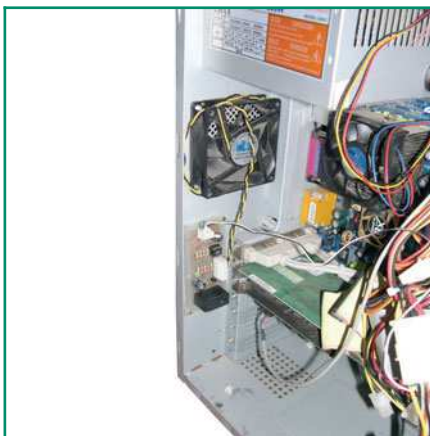



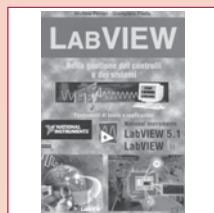
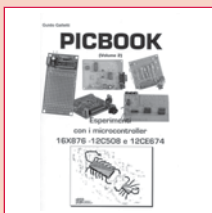
Figura 5: Installazione del circuito (1.0) per la gestione delle ventole supplementari del PC

ELETTRONICA
SAPERE E SAPER FARE
G. Filella
Questo libro é dedicato a chi ha un'innata passione per questa scienza. Molti gli argomenti trattati, dalla saldatura, circuiti stampati, filtri oscillatori, amplificatori.
Pagine 228 **cod. 1005 - €12.80**

ELETTRONICA DIGITALE
SAPERE E SAPER FARE
G. Filella
Dopo il volume dedicato all'Elettronica di base è disponibile il nuovo volume dedicato all'Elettronica digitale. Come per il suo gemello è possibile abbinare teoria e pratica con i kit dimostrativi.
Pagine 160 **cod. 2089 - €12,80**

SMD
COMPONENTI E TABELLE DI CONFRONTO
Giancarmelo Moroni
Componenti SMD. Contenitori e utilizzo. Resistenze SMD. Lettura. Codifica. Trimmer SMD. Condensatori SMD. Ceramici. Film. Poliestere. Elettrolitici. Filtri rete. Connettori SMD. Fusibili. Interruttori. Zoccoli. Led. Transistor. Tabella comparativa.
Pagine 111 **cod. 3426 - €9,00**

RIPARARE
MONITOR PER PC ALIMENTATORI A COMMUTAZIONE GRUPPI DI CONTINUITA'
E. Fico - A. Deotto
Guida pratica per capire il funzionamento e imparare i trucchi, le scorciatoie, le tecniche indispensabili per una rapida riparazione.
Pagine 159 **cod. 3162 - €16,60**

CASSE ACUSTICHE
L'Autocostruzione
In un unico CD-ROM la guida al progetto ed autocostruzione dei diffusori acustici. Il suono. La catena audio. L'altoparlante. I fenomeni acustici. La cassa chiusa. Il bass reflex. Sistemi a più altoparlanti. Sistemi caricati a tromba. Filtri cross-over. I componenti. Esempi di calcolo.
Completamente in italiano. Un'opera completa, di facile consultazione, che descrive i diversi aspetti della tecnologia del suono applicati alla realizzazione delle casse acustiche nelle varie tipologie.
CD-ROM **cod. 4283 - Euro 34,49**

LABVIEW
Nella gestione dei controlli e dei sistemi
M. Ferrari - G. Filella
LabVIEW è un rivoluzionario ambiente di programmazione la cui struttura grafica ad oggetti consente di controllare dei dispositivi esterni, siano essi strumenti commerciali o schede interfaccia. Questo volume propone una serie di moduli che consentono di approfondire gli aspetti teorici e applicativi correlati all'utilizzo di LabVIEW. Per questo motivo tutti gli argomenti trattati sono corredati da esempi ed esercizi che hanno anche lo scopo di evidenziare i possibili tranelli legati ad un tipo di programmazione non tradizionale.
Pagine 121 **cod. 3216 - €17,50**

PIC BOOK 2
Con CD allegato
G. Galletti
Naturale proseguimento del primo volume, questo libro completa la panoramica sui PIC. Andremo ad utilizzare sempre il 16F84 ma anche il 16F876, il 12C508 ed il 12CE674 due 4+4 pin dalle caratteristiche a dir poco sorprendenti. La novità principale è che quì parleremo di esperimenti oltre che di progetti. Nel CD accluso il lettore troverà tutto quello che gli serve, compresi i vari programmi nonchè tutti i listati presenti in cartaceo nel volume.
Pagine 170 **cod. 3079/2 - €23,50**

PIC BOOK
Dischetto allegato
G. Galletti
PICBOARD: Un circuito mille fori un po' speciale - TIMEPIC: Timer per conteggi alla rovescia - BLINK: Lampeggiatore per motociclo - SEMAPIC: Piccolo semaforo per modellisti - BELL: Campanello apri porta - ALARMPIC: Piccola barriera per i ladri di appartamento - PICMUSIC: Carillon programmabile - VIDEOPIC: Commutatore video con scanner - GESTIONE LCD: HITACHI 44780 a 4 bit - Macro - Le tempistiche del Micro - Interfacciare il PIC 16x84 - Alcuni siti WEB che trattano i PIC - ARIANNA: Come tessere circuiti stampati - Set istruzioni PIC 16C84.
Pagine 96 **cod. 3079 - €18,00**

LA CORRETTA REALIZZAZIONE DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI
G. Rodolfi
Nozioni di elettrotecnica generale. Nozioni di impiantistica applicata. Sistemi fotovoltaici, pannelli fotovoltaici, dimensionamento, installazione, orien-tamento, collegamenti el, note di manutenzione dei pannelli, batterie di accumulatoti, centralina di controllo, macchine statiche di conversione elettrica. Quadro di controllo. Dispositivi utilizzatori, corpi illuminanti, frigoriferi e congelatori. Sollevamento acqua, elettropompe.
Pagine 96 **cod. 3218 - €11,50**

IL PLC
Nella gestione dei controlli e nell'automazione
G. Filella
Al volume è allegato un software, sviluppato in ambiente Windows, che trasforma il vostro PC in un PLC virtuale, per apprendere la logica Ladder attraverso l'animazione di alcuni automatismi. Nel testo vengono messi a confronto i PLC di più recente diffusione prodotti da Siemens, Omron e GE. I principi di funzionamento del PLC. Le memorie. I moduli di ingresso e di uscita. L'elaborazione di un programma all'interno del PLC. Le tecniche di programmazione e la Normativa IEC1131-3. Unità didattiche per la progettazione e schede guida.
Pagine 122 **cod. 3215 - €18,00**

ONDE RADIO E TELEGRAFIA IN MARE
Con Racconti di Marconisti a Bordo
U. Cavina
Wireless e marine da guerra.
Radiogoniometro, uno strano percorso.
Radiotelegrafisti nelle marine da guerra.
Radiotelemetro e radar. Onde radio in immersione. Radiocomunicazioni e sommergibili: una difficile convivenza. Moderni sistemi di radiocomunicazione. Morsemare. La telegrafia aeriforme (aerografia). Origine delle abbreviazioni radiotelegrafiche e del codice "Q". Morse e onde corte. Marconisti a bordo.
Pagine 183 **cod. 4296 - Euro 15,00**

LA RIPARAZIONE DEI TELEVISORI A COLORI
R. Salerno - A. Deotto
Generalità sul TVC. Sezione RF e FI. sintonia e memoria. Il microcomputer. Teletext. Audio FI e Finale BF. Sezione colore, finali colore. Sezione sincronismi e deplessione verticale. Deflessione di riga, generazione AT e EAT. Correzione E-O. Alimentatore. Varie. Appendice. Indice dei guasti proposti e commentati.
Pagine 207 **cod. 3264 - €17,60**

LA RADIO A GALENA: ORIGINI E PROGETTI
Giancarmelo Moroni
Studi sulla galena. Come funziona il detector a cristallo. Sull'isolamento degli aerei. Montaggio di un antenna interna. La costruzione dei trasformatori di alta frequenza. Bobine a solenoide con prese intermedie. I cristalli oscillanti. Apparecchio supercristallo R.T. 19. Tre classici apparecchi a galena. Un amplificatore a microfono magnetico per ricevitore a cristallo. Un nuovo ricevitore a cristallo. Un apparecchio a cristallo molto efficiente. La "Crisolina". Il "Multiplex". Il Galenofono II. Il Bigristallofono. Il Cristallovox. Il "Selettivissimo". Il "Galenofono III". Il "Dui-bigri-galenofono". C.R. 511: ricevitore a cristallo perfezionato per la ricezione a grande distanza. Il "Galenovariometro". Nomogramma per il calcolo dell'induttanza di una spira circolare (E).
Pagine 138 **cod. 3282 - €13,50**

CAVI CONNETTORI E ADATTATORI
La più completa banca dati PC le connessioni PC-audio-video
A. Casappa
Il manuale comprende le connessioni per computer di vari tipi come AMIGA, C64, Spectrum, IBM Compatibili, Audio-Video, IDE, SCSI, ETHERNET, PCMCI, monitor, modem e quant'altro sono riuscito a reperire. Per una migliore consultazione, ho suddiviso il volume in tre parti; • Adattatori • Connettori • Cavi di collegamento
Pagine 80 **cod. 2099 - €10,33**

LA RIPARAZIONE DEI VIDEOREGISTRATORI
R. Salerno - A. Deotto
Generalità sul VCR. Il front-end. La sezione video, percorso dei segnali di luminanza e crominanza in registrazione. La sezione audio. L'alimentatore. La gestione della parte meccanica. Il sistema di controllo. I circuiti servo. La meccanica. Dalla bobina datrice al perno guidanastro di sinistra. Drum testine video e perni guidanastro. Dal perno capstan alla bobina di raccolta. Indice dei guasti proposti e commentati.
Pagine 173 **cod. 3427 - €16,60**

VISITA IL NOSTRO NUOVO SITO INTERNET
www.sanditmarket.it

Oltre 1000 titoli

- ELETTRONICA
- ROBOTICA
- AUTOMAZIONE
- TELEFONIA
- STRUMENTI DI MISURA
- RADIOTECNICA
- TV - RADIORIPARAZIONI
- EQUIVALENZE- DATA BOOK
- HI-FI - AUDIO - VIDEO - ACUSTICA
- ENERGIA - ENERGIE ALTERNATIVE E RINNOVABILI
- FREQUENZE SEGNALI RADIOAMATORIALI
- ANTENNE TV E SAT
- CB - RADIOAMATORE - ANTENNE
- TELECOMUNICAZIONI
- FISICA - CHIMICA - OTTICA
- MECCANICA
- ILLUMINOTECNICA
- ELETTROTECNICA
- IMPIANTISTICA
- SICUREZZA - NORME
- FAI DA TE
- ENERGIE FREQUENZE COSMICHE
- FORMULARI
- DIZIONARI
- INFORMATICA
- ELETTROMAGNETISMO
- RADIO D'EPOCA E SURPLUS
- STORIA RADIO - TV - ELETTRONICA
- INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO
- METEO
- DIVULGATIVI SCIENTIFICI
- ESPERIMENTI SCIENTIFICI
- REFRIGERAZIONE TECNOLOGIE DEL FREDDO
- SCIENZIATI, INVENZIONI, INVENTORI
- SCIENZA PER RAGAZZI E NON
- ECO - SALUTE
- RADIONICA - RADIOESTESIA
- SCIENZA E FANTASCIENZA
- AUTOCAD DISEGNO
- NOVITA' ULTIMI ARRIVI
- FUORI CATALOGO E SCONTATI

NOVITÁ! SANDIT LIBRI

IMPIANTI FOTOVOLTAICI
Come ricavare l'elettricità dal sole
G. Luoni
La costituzione dei pannelli fotovoltaici. Le caratteristiche dei pannelli fotovoltaici. Composizione di un sistema fotovoltaico. La batteria tampone. Il regolatore di carica. Convertitori statici. Chopper. Invertitore. Applicazioni fotovoltaiche. Alimentazione di utenze domestiche ed agricole.
Alimentazione di un impianto per il pompaggio dell'acqua. Tecniche di dimensionamento di un impianto. Installazione dei pannelli. Il costo dei chilowattora fotovoltaico. Sistemi di calcolo da sviluppare. Sistema di illuminazione per appartamento. Sistema di alimentazione energia elettrica per baita in montagna, per radiofaro, per colonnina S.O.S., per barca, per motore in C.A. Faro luminoso di segnalazione. Boa di segnalazione. Apparecchiatura
Pagine 48 **cod. 4293 - Euro 7,90**

SENSORI FOTOELETTRICI E DISPOSITIVI PER LA SICUREZZA
Concetti di base per una corretta scelta
G. Luoni
La luce. Trasmissione, assorbimento, riflessione. Il sensore fotoelettrico. Sensori fotoelettrici universali. Sbarramento a proiettore-ricevitore. Sbarramento a retroriflessione. Il riflettore prismatico. Sbarramento polarizzato. Sbarramento per trasparenti. Tasteggio diffuso. Tasteggio a soppressione di sfondo. Tasteggio a soppressione di primo piano e di sfondo. Sensori fotoelettrici applicativi. Sensori a forcella, di contrasto, di luminescenza, di colore, a fibra ottica, ad emissione laser. Dispositivi per la sicurezza. La direttiva macchine e la sicurezza. I sistemi di sicurezza con dispositivi optoelettronici. Valutazione del rischio e delle categorie di sicurezza. Sistemi di sicurezza di tipo 1, di tipo 4. Risoluzione e minimo oggetto rilevabile. Distanza di installazione. Funzione muting e override. Glossario termini tecnici. Fotoemettitori. Diodi led. Tasteggio diffuso. Valori limite-tensione inversa. Dissipazione massima. Massima corrente diretta. Massima temperatura di esercizio. Corrente diretta ad impulsi. Tensione diretta per una certa corrente. Intensità luminosa per una data corrente. Lunghezza d'onda della luce emessa. Angolo di apertura. Diodi laser. Fotorivelatori. Effetto elettrico. Fotodiodi. Fototransistor.
Pagine 48 **cod. 4294 - Euro 7,90**

SANDIT MARKET
Via Quarenghi, 42/c
24122 Bergamo
Tel. e Fax 035/321637
info@sandit.it
www.sanditmarket.it

SPESE DI SPEDIZIONE CON CONTRASSEGNO Euro 2,70

SPIRIT, UNA MISSIONE, UN ROBOT
PLANETARY ROBOTICS LABORATORY: LE ORIGINI DI SPIRIT
seconda parte

di Riccardo Ricci
r.ricci@farelettronica.com

Nella scorsa puntata abbiamo illustrato le principali caratteristiche della missione Spirit e del suo rover-robot. Ma come nasce il progetto di un robot per l'esplorazione di superfici planetarie? Quali sono gli elementi da dover considerare e quali soluzioni vengono adottate? E quali caratteristiche hardware e software sono necessarie?

Il Planetary Robotics Laboratory (PRL) è il laboratorio di ricerca del JPL (Jet Propulsion Laboratory) che negli ultimi anni si è occupato di progettare alcuni prototipi di robot da impiegare in missioni spaziali. In modo particolare il PRL si è dedicato alla sperimentazione di veicoli capaci di muoversi ed esplorare superfici di altri pianeti e di prevedere quindi, diverse possibili condizioni di terreno, di pendenza e di rischio.

Le condizioni di superficie da dover affrontare su altri pianeti possono essere simulate sulla Terra ma non è sempre possibile riprodurre tutti i diversi fattori ambientali ed imprevisti: su Marte, ad esempio, soffiano venti che possono raggiungere anche i 400 Km/h e le diverse condizioni di gravità riducono il peso del robot; la temperatura esterna può inoltre raggiungere anche i –100°C e, come abbiamo visto nella scorsa puntata, l'atterraggio del robot avviene praticamente come se questo venisse lasciato cadere dal terzo piano...

Il robot dovrà quindi sopportare

Figura 1: *Spirit è basato sul progetto FIDO, sperimentato e messo a punto dal Planetary Robotics Laboratory*

uno "stile di vita" un po' particolare e inizialmente movimentato durante il quale dovrà anche portare a termine gli obiettivi scientifici per i quali è stato costruito, considerando anche la necessità di comunicare da grandissime distanze i dati raccolti.
Le prime scelte progettuali devono quindi tenere conto di aspetti che non possono essere assolutamente trascurati e anche se l'esperienza delle missioni precedenti offre una discreta base di competenze e di informazioni già acquisite, a causa dei diversi obiettivi ogni progetto richiede uno sviluppo indipendente.
I progetti più interessanti e ritenuti idonei, diventano reali robot esploratori e proprio come nel caso delle missioni gemelle Spirit e Opportunity, diventano protagonisti di un'avventura unica nella quale devono dimostrare tutto il loro valore e la loro affidabilità.

E, a proposito di affidabilità vedremo più avanti i piccoli guai di progettazione che hanno afflitto Spirit.

Ma torniamo al nostro argomento principale e vediamo come il Planetary Robotics Laboratory ha dato vita e sviluppato i progetti dei rover. Fino ad oggi il laboratorio ha realizzato prototipi e modelli per raggiungere diversi scopi principali:

- **Fido Rover**: FIDO è l'acronimo di Field Integrated Design & Operation ed è il prototipo da cui derivano i rover attualmente impiegati su Marte. Fido ha 6 ruote, un braccio meccanico sul quale sono montati degli utensili, una "testa" con telecamere, e può trasportare altri strumenti scientifici per compiere rilevazioni ed analisi.
- **Robot Work Crews**: sono robot studiati per formare una squadra e lavorare insieme per raggiungere determinati obiettivi; ad esempio si coordinano per afferrare e trasportare oggetti di grandi dimensioni, cooperano per ottenere una corretta distribuzione dei pesi ed altro ancora.
- **All Terrain Exploration**: sono veicoli studiati per affrontare terreni ad alto rischio, utili per calarsi all'interno di crateri o per superare dislivelli e picchi contando su strutture ad assetto variabile, su doti di equilibrismo e sulla cooperazione con altri robot.
- **Lemur**: l'unico robot dotato di zampe, piccolo, agile, utile nella manipolazione e in lavori che richiedono doti tattili. Viene considerato il "coltellino svizzero" per la grande versatilità e capacità nell'utilizzo dei suoi utensili.

Vediamo in dettaglio le principali caratteristiche e funzionalità di ogni progetto.

IL PROGETTO FIDO

Il rover Fido è considerato una struttura di base sulla quale possono essere montati diversi dispositivi in funzione delle necessità richieste da ogni missione di esplorazione scientifica.
Il cuore del robot è formato da un piccolo computer con CPU Intel Pentium a 266 Mhz. Dispone di 4 porte seriali, 2 porte USB, 1 porta parallela, 64 MB di memoria RAM e un hard-disk da 384 MB allo stato solido. Quest'ultima soluzione (Flash Memory) si rende necessaria per evitare i potenziali rischi dell'utilizzo di normali hard-disk basati su elementi in micromovimento e sull'impiego di una tecnologia "magnetica" che nello spazio risulta essere poco affidabile se non adeguatamente schermata da radiazioni di vario tipo. E' inoltre presente una scheda con ben 96 porte di ingresso/uscita, 16 ingressi analogici (A/D con risoluzione di 12 bit) , 32 uscite analogiche (D/A a 8 bit), una scheda di ingresso per encoder a 16 bit e ulteriori 16 porte di ingresso.
Il sistema è gestito da un sistema operativo "VxWorks" con cui vengono amministrate tutte le funzioni di controllo attraverso una architettura a tre livelli: il primo, denominato "Application Layer" si occupa della gestione dei dispositivi video (CCD per l'identificazione degli ostacoli, riprese a largo campo, uso del microscopio, ecc.) mentre il successivo "Device Layer" coordina i processi di movimento, di elaborazione della visione, dell'impiego degli strumenti scientifici, ecc). Il terzo livello "Device Driver" gestisce tutto il complesso sistema di I/O.
Il rover si muove per mezzo di 30 attuatori e ogni spostamento viene monitorato con l'utilizzo di encoder di posizione, di sensori inerziali e di sensori di accelerazione disposti su tre assi. I motori elettrici sono controllati in PWM (pulse wave modulation) secondo le elaborazioni fornite dal software di guida.

Lo schema a blocchi mostra il dettaglio dei collegamenti tra il computer e tutte le periferiche del rover (figura 2).

Una delle caratteristiche più interessanti del robot è il sistema di visione ed elaborazione delle immagini con il quale si ricavano dati sempre molto precisi sullo stato del terreno circostante.
Cadere, ribaltarsi o rimanere incagliati su un altro pianeta non è un evento consigliato vista l'impossibilità di ricevere aiuto fisico da qualche passante. Un passo falso si paga per sempre. Per questo motivo il sistema di visione è particolar-

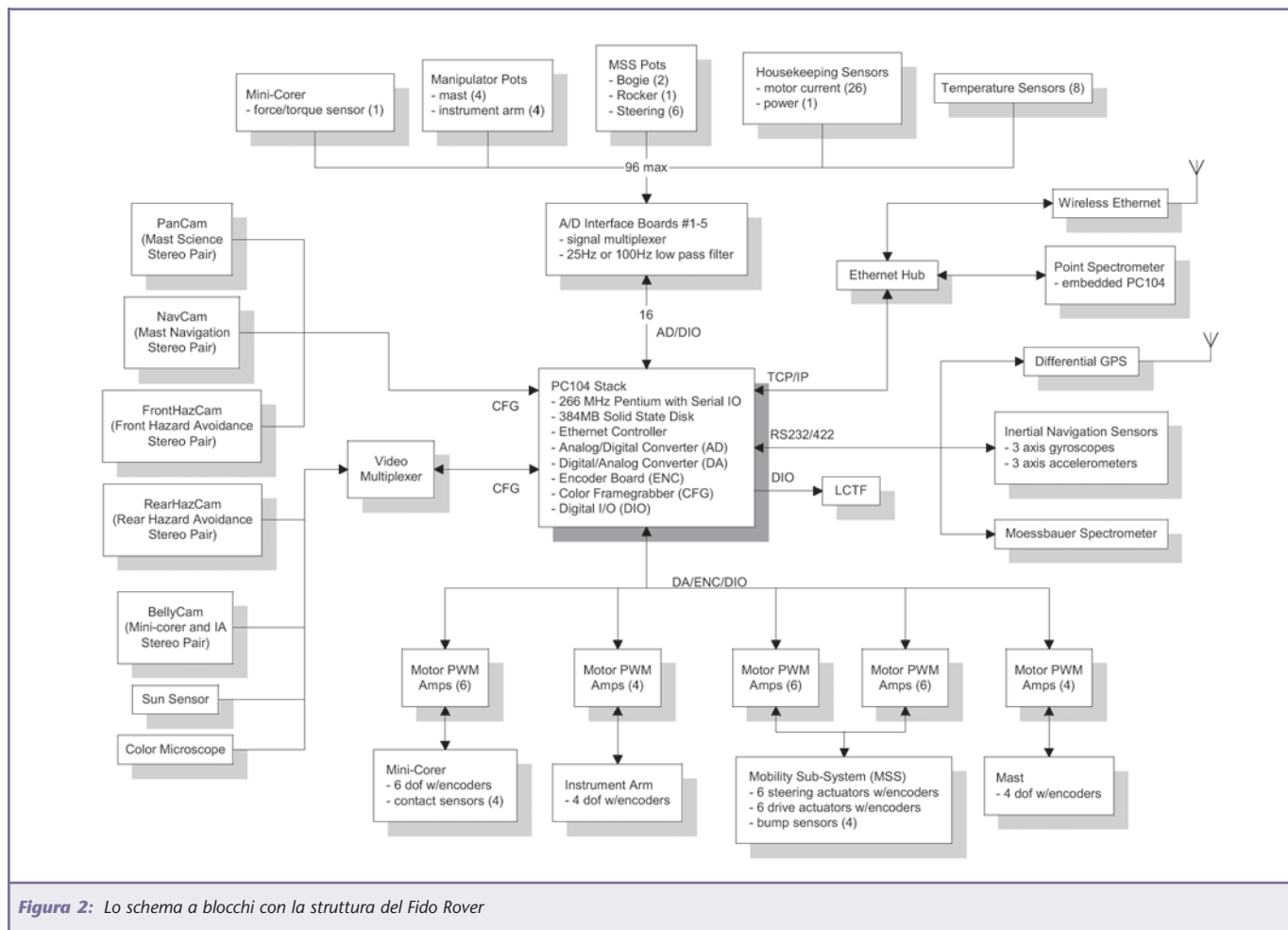



Figura 2: *Lo schema a blocchi con la struttura del Fido Rover*

mente accurato e preciso; come prima cosa viene effettuata la localizzazione e l'analisi degli ostacoli attraverso l'individuazione di due fattori principali: l'altezza del suolo, intesa come dislivello da superare, e l'angolo di inclinazione della superficie da affrontare. I Fido-rover, così come Spirit e Opportunity, devono capire se il terreno può essere affrontato senza correre rischi di alcun tipo e prima di ogni movimento elaborano quindi le immagini acquisite con diversi passaggi: vengono per prima cosa posizionati tutti i dati relativi ai dislivelli del terreno e le eventuali piccole aree prive di dati vengono ricreate tramite interpolazione, cioè attraverso l'uso di algoritmi che ipotizzano il valore del dislivello sulla base dei dati circostanti alla stessa area. Vengono quindi elaborate tutte le altezze del piano fino a ricreare virtualmente la mappa del terreno sul quale il rover dovrà muoversi. Dalla mappa si individuano e si estraggono zone di potenziale rischio e si evidenziano le aree ritenute "libere" che potranno essere utilizzate per avanzare.

Le immagini da cui vengono ricavati i dati per l'elaborazione del terreno sono fornite dalle "hazard avoidance cameras", una coppia di grandi CCD in bianco e nero situati sia sul fronte che sul retro del robot, capaci di offrire un ampio campo di visione di 112° di base per 84° di altezza. I CCD sono inclinati di circa 60° verso il basso per valutare il terreno fino ad una distanza massima di 2,5 metri e forniscono quindi una visione grandangolare frontale e posteriore che permette di valutare in dettaglio la conformazione fisica del suolo. La digitalizzazione dell'immagine stereo avviene ad una risoluzione di soli 640x480 pixel con 256 livelli di grigio.

Proviamo ora a diventare per un attimo supervisori della missione e immergiamoci nelle considerazioni e nei pensieri dei progettisti. Sappiamo che la struttura del rover è progettata per superare dislivelli di terreno e ostacoli con altezza fino a 20 cm e che può affrontare pendenze fino a 45°. Questi valori sono più che sufficienti per affrontare superfici sabbiose, compatte o cosparse di rocce, come quelle di Marte. Il software di riconoscimento delle zone di rischio dovrà quindi basarsi sia su tali limiti struttura-

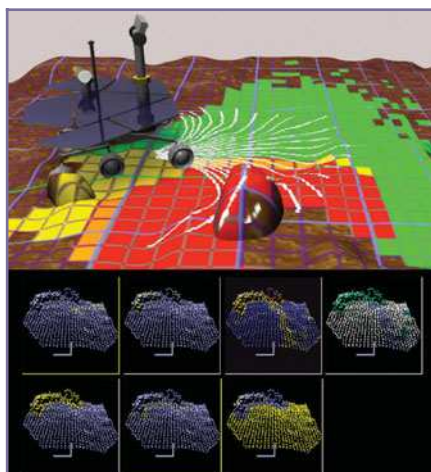



Figura 3: *Esempio di riconoscimento e valutazione del terreno. Le aree verdi (disegno sopra) mostrano le zone libere e prive di rischi. Sotto, la mappa del terreno che viene realmente costruita con le immagini fornite dalla visione stereo*

li del rover che sui dati rilevati sul posto. Ma se limitassimo a questa considerazione la nostra funzione di supervisione, probabilmente la missione fallirebbe. Dobbiamo infatti considerare, come dicevamo all'inizio, tutte le potenziali condizioni ambientali che si potrebbero verificare sulla superficie di un pianeta. Nel caso di Marte, oltre alle temperature sottozero, si potranno incontrare tempeste di sabbia e venti fino a 400 Km/h. Trovarsi inclinati di 45° con un peso di 180 Kg ridotto al 40% a causa della diversa gravità e con i pannelli solari dispiegati come ali, potrebbe essere una temibile condizione per sperimentare funzioni di volo libero non previste... E' quindi meglio limitare di parecchio la portata delle azioni del rover. Questa ed un altro milione di più complicate considerazioni saranno nei nostri pensieri fino al momento in cui la data del lancio sarà talmente vicina da soffocare la nostra capacità mentale, momento nel quale avremo semplicemente paura e nient'altro. Immersi come siamo nelle nostra ricerca per mettere a nudo tutti i potenziali rischi, prevedere, calcolare, ottimizzare e sperimentare, avremo sempre il dubbio di aver trascurato qualche cosa di talmente evidente che abbiamo dato per scontato...

Figura 4: *Le due "hazard avoidance camera" e la prima analisi dell'immagine acquisita*

E purtroppo, in ambito spaziale ci sono diversi precedenti causati dall'eccessiva concentrazione su specifici problemi, situazioni che non consentono di "vedere" l'intero progetto nel suo insieme.... Ad esempio, una delle ultime sonde si è schiantata sulla superficie del pianeta a causa di un banale errore commesso nella conversione tra unità di misura metriche, valore che ha tratto in errore il sistema di navigazione e di rilevamento dell'altezza. Un altro incidente meno recente ha visto la perdita di un consistente carico spaziale a causa dell'utilizzo di uno stesso affidabile e sperimentato software di navigazione su un nuovo razzo vettore: il nuovo razzo però, a differenza del suo predecessore, disponeva di velocità e potenze maggiori la cui rilevazione ai sensori generava valori superiori ai numeri digitali gestiti per un massimo di 16 bit. Non avendo previsto questa situazione di "overflow" il software si bloccava lasciando il controllo del razzo al computer secondario che, essendo identico al primo si bloccava per la stessa ragione, facendo perdere la traiettoria al veicolo dopo pochi secondi dalla partenza.

Figura 5: *Particolare delle parti che compongono la ruota del Fido*

Finché siamo in tempo usciamo dalla testa dei progettisti e torniamo a valutare dalla nostra più tranquillità posizione gli altri aspetti del rover. Come già visto, Fido si muove su 6 ruote ciascuna delle quali è autonoma e dotata di un proprio motore da 15 Volt azionato in PWM con un apposito driver LMD18245 (National), capace di fornire una corrente di 3 Ampere con picchi massimi di 6A. Le ruote sono montate su un sistema di sospensioni passive (brevettato dal JPL) che su ogni lato collega tra loro la ruota anteriore e quella centrale bilanciandole su un perno libero mentre la ruota posteriore è collegata con un braccio alla struttura portante del rover. Questa particolare organizzazione della trasmissione assicura la massima efficienza di trazione, e permette di mantenere il controllo della stabilità nelle diverse possibili condizioni di terreno. Durante le arrampicate o il superamento di ostacoli la geometria variabile del sistema provvede inoltre ad assorbire gran parte dei dislivelli e grazie al movimento dell'asse sul quale sono collegate le due ruote, il compito del rover viene alleggerito di molto. In pratica, il veicolo si troverà ad affrontare ostacoli gestendo i propri movimenti con uno sforzo dimezzato rispetto a quello che sarebbe normalmente richiesto ad

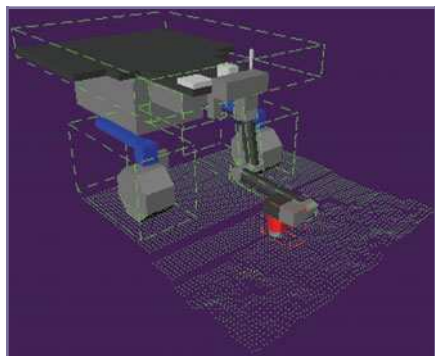



Figura 6: *Gli Oriented Bounding Boxes avvolgono le parti mobili del braccio e dell'ambiente in cui esso opera*

altri mezzi. Un ulteriore esempio di come idee semplici possano dare grandi soluzioni.

I movimenti "in sicurezza" vengono controllati non solo per gli spostamenti sulla superficie ma anche per salvaguardare l'integrità di tutte le parti del robot nell'espletamento delle proprie funzioni. Il solito sistema di telecamere abbinato al software "anti-rischio" supervisiona anche i movimenti compiuti dal braccio meccanico per evitare che questo possa interferire in modo inappropriato con la struttura dello stesso rover e con l'ambiente circostante. Oltre alle azioni di movimento autonomo, il braccio può essere azionato anche dalla Terra ma il solo punto di vista offerto dalle telecamere potrebbe non fornire una completa percezione visiva per impartire i giusti comandi da una così grande distanza. Ogni comando è quindi sempre assistito da un software che con lo stesso metodo già visto per la visione 3D costruisce una mappa dell'ambiente circostante e un conseguente modello di aree proibite per lo spostamento del braccio. Vengono cioè calcolati tutti potenziali punti di contatto con il terreno, con le strutture del robot e con altri eventuali ostacoli a portata di braccio. Il software si basa sullo sviluppo di "Oriented

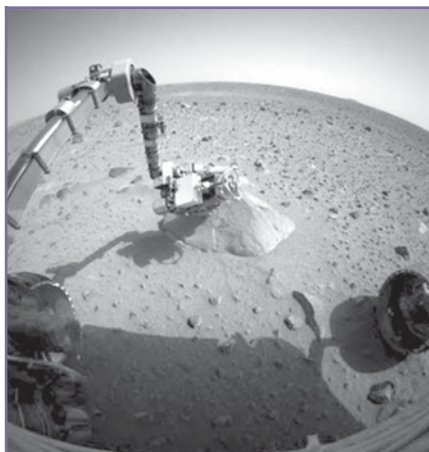



Figura 7: *Il braccio robotico al lavoro visto dagli occhi di Spirit*

Bounding Boxes" cioè sulla creazione virtuale di "scatole" che contengono tutti le parti che il braccio può muovere e tutti gli oggetti con i quali esse possono collidere. Ciascuna scatola è in realtà formata da tanti sottoelementi che permettono di simulare e identificare con la massima precisione le possibili collisioni tra i vari elementi. Questo particolare metodo è stato sviluppato da S.Gottschalk, M.C. Lin e D.Manocha ed è descritto integralmente in una serie di documenti consultabili on-line sul sito della University of North Carolina, dove è possibile scaricare anche dei files sorgente in linguaggio C. Davvero una bella cosa:
www.cs.unc.edu/~geom/papers/subject.shtml#COLLISION

Oltre ad essere affidabile, questa strategia crea la mappa delle collisioni utilizzando una quantità di memoria davvero minima (circa 16KB) e permette di far parte di quella logica di ottimizzazione adottata per non gravare sul sistema. Su specifica richiesta, il software può eventualmente operare anche con un maggiore grado di dettaglio e risoluzione per compiere operazioni particolarmente delicate e precise. In questo caso il modello tridimensionale occupa una quantità di memoria doppia rispetto alla precedente.

Il braccio meccanico del Fido ha 4 gradi di libertà, impiega una spalla ruotante, un gomito e un polso; ogni parte del braccio è realizzata in alluminio, grafite e resine ed è collegata alle articolazioni con dei giunti sui quali si muovono le spazzole per i motori elettrici e gli ingranaggi di trasmissione; questi ultimi hanno un diverso rapporto di riduzione su ogni articolazione in funzione dei diversi carichi e movimenti che devono affrontare. Ogni movimento è controllato da encoder interni posizionati sull'asse di ogni motore e da ulteriori potenziometri esterni posizionati su ogni punto mobile. Il braccio ha una estensione massima di circa 50 cm e la sua estremità può sorreggere fino a 2 Kg. di carico, generalmente formato da un massimo di 3 strumenti scientifici, gestibili in modo indipendente. Esiste tuttavia una quarta possibilità di gestione riservata per eventuali necessità future.
La parte superiore del rover presenta un altro braccio, già descritto la volta scorsa tra le caratteristiche di Spirt. Come ricorderete più che un braccio è un lungo collo che sorregge la testa sulla quale sono posizionati i sistemi di visione in alta risoluzione e panoramici.

Gli esperimenti condotti sulla Terra con il Fido hanno richiesto dispositivi di comunicazione bidirezionale (centro di controllo - rover) ridotti rispetto a quelli che sono normalmente impiegati per le trasmissioni planetarie. Inoltre, il prototipo terrestre è stato dotato anche di GPS per permettere l'acquisizione e il controllo, da parte del robot, della propria posizione. I dati del GPS vengono sempre e comunque confrontati con i valori di movimento

rilevati dai sensori e dagli encoder.

A proposito di comunicazioni e posizione, torniamo brevemente nella testa dei progettisti e vediamo quali possono essere, a grandi linee, le valutazioni generali da compiere. Sulla Terra funziona tutto come previsto, le comunicazioni sono regolari e perfette, il calcolo della posizione è preciso. Su Marte però non possiamo usare un GPS, in quanto il sistema di triangolazione satellitare presuppone, appunto, la presenza di satelliti dedicati nell'orbita del pianeta. Il riferimento assoluto della posizione del robot dovrà quindi essere acquisito con modalità diverse e, comunque, con la stessa precisione (Il GPS terrestre del Fido aveva un margine di errore di soli 2 cm). Inoltre, non possiamo neanche affidarci all'uso di una bussola in quanto la maggior parte dei pianeti, Marte incluso, hanno un campo magnetico trascurabile. Posizione e comunicazione sono strettamente legate tra loro in quanto trovandoci a dover comunicare da grandi distanze, le antenne direzionali del rover dovranno essere puntate esattamente verso la Terra (e viceversa). Marte appare come un puntino luminoso in cielo e così la Terra, appare anch'essa un piccolo punto se vista dal pianeta rosso. Un piccolo bersaglio mobile con un campo di poche frazioni di grado da dover inquadrare. Il problema di comunicazione e di puntamento dell'antenna è comunque più complesso per due motivi: il primo è che una volta posizionata l'antenna nel campo utile, questo si sposterà quasi subito a causa della rotazione del pianeta. Proviamo a chiarire la situazione con un esempio: supponiamo che l'antenna di comunicazione sia in realtà una lunghissima asta rigida che parte da Marte e che raggiunge la Terra. Una volta allineata l'asta i due pianeti sono in contatto tra loro ma Marte, così come la Terra, gira su sé stesso e quindi l'asta tende a girare con esso. Vista la grande distanza in gioco, la più piccola rotazione di Marte sposterà l'asta molto lontano dal punto di contatto con la Terra. E' quindi necessario, sulla base della propria posizione di trasmissione individuare la Terra e mantenerla sempre al centro del proprio "mirino" annullando il moto di rivoluzione del pianeta. Per farlo utilizzeremo una antenna direzionale motorizzata che dopo essersi orientata girerà sullo stesso asse del pianeta compensandone lo spostamento. Il primo problema è risolto visto che le tecnologie di puntamento ed allineamento sono supportate da un software che osservando il cielo e la posizione degli astri si orienta per ricavare la posizione della Terra. Un CCD e un Sun-Sensor permettono di rilevare esattamente la propria posizione sul pianeta e di orientarsi (sempre che le condizioni atmosferiche permettano di vedere la volta celeste o il Sole).
Il secondo problema riguarda inve-

Fido opera su terreni simili a quelli di Marte (vegetazione a parte!) in alcune simulazioni compiute sulla Terra.

ce la trasmissione vera e propria ed è stato già accennato in uno scorso numero a proposito della ricerca SETI, il progetto con il quale si cercano possibili emissioni radio inviate da eventuali civiltà extraterrestri a testimonianza della propria esistenza. Nella comunicazione radio è necessario considerare diversi fattori: la distanza, il tempo necessario alle onde radio per compiere il percorso Terra / Marte, il moto di rivoluzione dei pianeti e il moto che essi compiono lungo le loro orbite. Sostanzialmente sia la ricezione che la trasmissione dei dati avvengono tra corpi molto distanti e in movimento. Abbiamo quindi che le onde radio arriveranno con una potenza molto bassa e che la loro acquisizione non sarà diretta ma richiederà probabilmente una successiva elaborazione a causa dell'effetto Doppler. Anche in questo caso possiamo utilizzare un semplice esempio per spiegare meglio la dinamica di una trasmissione effettuata in movimento: supponiamo che le onde radio siano delle onde sonore che possiamo quindi ascoltare con le nostre orecchie. L'esempio più classico e utilizzato è quello dell'ambulanza che, nella sua corsa a sirena attivata, si avvicina velocemente a noi per poi superarci e allontanarsi. Il suono della sirena subisce una sorta di "distorsione" facilmente rilevabile, e presenta il classico effetto di passaggio in velocità. Questo si verifica in quanto la distanza tra due fronti d'onda successivi (quelli della sirena) è sempre più breve all'avvicinarsi dell'ambulanza. Da ciò ne consegue che i fronti d'onda raggiungono l'osservatore con una frequenza maggiore rispetto alla sorgente. All'allontanarsi dell'ambulanza, si otterrà l'effetto opposto. La ricezione di onde radio si comporterà in modo più o meno simile e sulla base di diverse conoscenze quali l'effetto Doppler, la natura e la propagazione delle onde, si dovranno usare algoritmi capaci di riportare il segnale radio alla sua forma originale.

Figura 8: Spirit sulla Terra in una fase di simulazione e test

Fino a certi limiti tale situazione è trascurabile ma se questi aspetti non fossero stati considerati probabilmente molte delle comunicazioni spaziali apparirebbero a prima vista danneggiate.
Come ultima informazione, si dovrà poi valutare che nonostante la velocità di propagazione delle onde radio nel vuoto sia pari alla velocità della luce, ogni trasmissione impiegherà circa 10 minuti per coprire la grande distanza che separa i due pianeti. Ogni comando inviato al rover dalla Terra riceverà quindi una risposta di conferma che arriverà solo dopo 20 minuti. Lo studio di protocolli di comunicazione ottimizzati e rapidi renderà un po' più agevole la non semplice relazione a distanza.

Apriamo a questo proposito una interessante parentesi per vedere come si è comportato il fratello maggiore del Fido Rover impegnato nella propria missione "vera": dopo 18 giorni di soggiorno su Marte il rover stava posizionando il proprio braccio meccanico per utilizzare l'utensile abrasivo con cui avrebbe dovuto iniziare a "lavorare" una roccia. Nel corso della mattinata si era però verificato un problema di comunicazione e il centro di controllo aveva perso il segnale del lontano robot. Dopo le necessarie verifiche terrestri ai sistemi di trasmissione e ricezione, il centro iniziò a pensare ad un problema del rover e formulò le prime ipotesi: probabilmente Spirit aveva subíto un arresto del sistema che lo aveva condotto in una prevista modalità di sicurezza con la quale aveva cessato ogni attività. Questa prima ipotesi fu affinata e venne successivamente considerata la possibilità di un imprevisto reset del computer, probabilmente dovuto a problemi nella gestione della memoria Flash (utilizzata come hard-disk allo stato solido). Nel corso del pomeriggio, prima di una prevista sessione di comunicazione, il centro aveva tentato nuovamente il contatto richiedendo un "bip" a Spirit per confermare l'avvenuta corretta ricezione del messaggio. Il bip arrivò e il centro ipotizzò quindi un normale riavvio del sistema e rimase in attesa delle successive comunicazioni già previste dal piano di normale contatto quotidiano. Ma i dati non arrivarono e questo fatto, abbinato al precedente problema, evidenziò e purtroppo confermò che il rover aveva davvero qualche serio problema. Fare ipotesi su un paziente così lontano sembrava essere una scommessa impossibile ma il giorno seguente Spirit si fece vivo con il satellite Mars Global Surveyor (vedere i dettagli nella scorsa puntata): in modo quasi agonizzante attivò la sola portante UHF, senza trasmettere alcun dato. E rimase muto al successivo passaggio del secondo satellite (Odissey).
Cosa stava succedendo tra le polveri del pianeta rosso? C'era modo di capire la natura del problema e risolverlo dalla Terra?
I tecnici formularono nuove ipotesi

utilizzando come uniche informazioni i silenzi e i tentativi di trasmissione compiuti nella banda UHF. Il software che controlla il rover prevede infatti che al verificarsi di eventuali errori di sistema vengano automaticamente attivate delle procedure di protezione a garanzia della sopravvivenza del veicolo. Tali procedure riducono subito il consumo di energia e impongono anche un cambio di velocità di connessione per le comunicazioni. Con questo accorgimento, anche in assenza di dati, Spirit riesce in ogni caso a far capire al centro di controllo che si è verificato un problema e che si trova in una condizione non ideale. Vennero quindi analizzate le possibili e uniche cause che potevano innescare la modalità di protezione e ne furono considerate alcune tra le più probabili: l'errore era dovuto ad un arresto del sistema, ma questo poteva avere diverse cause, hardware, software o anche dovuto a difetti nell'alimentazione. L'indagine doveva essere più accurata e servivano altri elementi per poter arrivare a identificare la vera natura del problema. Ulteriori tentativi di comunicazione effettuati dal centro fallirono fino all'improvviso destarsi del rover che lanciò una nuova comunicazione contenente un po' di dati. Il messaggio venne decifrato e svelò che la comunicazione proveniva dall'anno 2053 (data di sistema) e che gran parte di essa era corrotta. Per quanto bizzarra, questa comunicazione rallegrò il centro: era stato fornito, nel bene o nel male, un nuovo elemento di questa complessa partita a Master Mind. Ma quale utilità poteva avere una comunicazione senza senso? Lo vedremo tra poco. Il centro proseguì nel tentativo di contatto, richiese al rover di aprire una comunicazione ad alta velocità e di inviare dati relativi al proprio stato di salute. La risposta di Spirit iniziò ad arrivare ma si interruppe 10 minuti prima del normale tempo previsto per l'invio dei dati. Gli elementi ricevuti furono comunque di grande utilità: il rover segnalava di aver avuto un gran numero di reset e di riavvii del sistema e che stava lottando per rimanere sempre attivo e svolgere le proprie funzioni.

Finalmente altri tasselli di un imprevedibile puzzle informatico-spaziale cominciarono ad orientare i pensieri degli ingegneri verso un'unica direzione: il file corrotto precedentemente ricevuto e ora un nuovo reset durante la fase di trasmissione di file. Entrambi elementi che confermavano un errore nella gestione dei file sulla memoria Flash e che potevano giustificare il reset, dovuto alla mancata capacità di lettura dei files in corso di invio. In pratica, Spirit si svegliava, iniziava a svolgere i propri compiti, ma quando arrivava a gestire files in quantità o in una ipotetica zona di memoria si verificava un errore che bloccava le operazioni provocando un reset del computer.

I files di Spirit vengono gestiti utilizzando un "file system" che tiene traccia di tutti i dati presenti nella memoria. L'imprevista quantità di file accumulatasi, raggiungeva i limiti della Flash Memory e li superava nel tentativo di aggiornamento del "file system". La memoria era finita e il file system, interrotto, poteva includere solo di un certo numero di files. I progettisti del software di Spirit non avevano considerato l'eventualità del raggiungimento del limite di memoria, ma avevano invece valutato la possibilità di far lavorare il computer senza utilizzare il file system in una modalità definita "cripple-mode", caratterizzata da una esasperante lentezza operativa. E così, nei due giorni successivi, si riuscì a stabilizzare il computer lavorando in questa modalità e sfruttando ogni sessione di comunicazione per gestire eventi e strategie di riparazione diverse, visto che non si aveva ancora la certezza matematica della reale causa del problema. Operato il necessario debugging sul software venne confermata la causa e, forse in modo un po' affrettato, venne decisa la formattazione della Flash Memory e l'invio di un file system vergine da cui far ripartire la memoria di Spirit.

Molti dati vennero persi per sempre ma il problema era stato risolto e Spirit era "nuovo" e pronto per riprendere il lavoro dove lo aveva lasciato, con il braccio ancora pronto per "spazzolare" la roccia appena raggiunta. Dopo due settimane e mezzo di ipotesi, di simulazioni, di tentativi e di debugging, il team che seguiva Spirit poteva alzare la testa. Due settimane e mezzo vissute al ritmo di 18-24 ore di lavoro al giorno al massimo della concentrazione nel tentativo di comprendere tutte le possibili cause di un problema definito inizialmente critico e serio. Un gioco a distanza contro il tempo, scandito solo dallo sporadico presentarsi di piccoli e frammentari indizi. Dopo 3 ore e mezza di cancellazione, riformattazione e riavvio, Spirit era tornato a funzionare al meglio di sé. Seguì una conferenza stampa, il mea culpa del progettista del software e l'occasione per i membri del team di confermare alle proprie famiglie di essere ancora vivi dopo questo periodo di isolamento dal mondo esterno. E per il futuro? Per le prossime missioni ci si è appuntati ben in evidenza la necessità di sviluppare software in grado di permettere l'identificazione e la natura di eventuali problemi con maggiore rapidità e pre-

cisione. Un ulteriore momento di esperienza che si aggiungerà al già ricco panorama di casi e di considerazioni da ricordare...

Tra problemi, previsioni, hardware e tecnologie del Fido e di Spirit abbiamo compiuto una rapida carrellata sul prototipo che è poi diventato il mezzo con cui si sono concretizzate due importanti missioni spaziali. La sperimentazione e la ricerca svolgono ruoli fondamentali per la messa a punto di questi mezzi, ancora una volta molto più vicini a noi rispetto alle avanzate tecnologie coperte da segreto che potremmo ipotizzare. Grazie all'era dell'informazione possiamo oggi disporre di conoscenze che mai avremmo potuto raggiungere e anche se alcuni dettagli costruttivi rimangono ancora non divulgabili siamo riusciti ad avere una completa visione di insieme, interessante e potenzialmente utile.

Un'ultima nota: vi siete già chiesti perché i robot spaziali utilizzano l'energia solare come unica fonte di sostentamento? Premetto che non c'è una risposta certa in quanto la situazione è piuttosto discussa. A parità di possibilità, quella solare è forse la fonte di energia meno efficace e, come nel caso dei rover di Marte, garantisce una autonomia limitata alle ore diurne e per i soli pochi mesi di pieno Sole. Abbiamo visto nello scorso numero il perché. In passato sono state lanciate almeno una ventina di sonde (oggi ancora attive) che utilizzavano l'energia nucleare (generatori termoelettrici a radioisotopi) ma già da tempo questa fonte non è più impiegata. C'è chi parla di prevenzione dei potenziali rischi di una incontrollata contaminazione terrestre in caso di eventuali esplosioni in fase di lancio (come è purtroppo accaduto ad uno dei primi Shuttle). Si discute quindi anche di "immagine" delle agenzie spaziali, di politica, di ecologia terrestre e planetaria. Dal punto di vista funzionale si scoprono anche interferenze che possono disturbare l'impiego di sofisticati strumenti e capaci di alterare anche le percezioni di alcuni tipi di osservazione compiute dai satelliti. Subentrano probabilmente anche fattori riguardanti le dimensioni, il peso e magari tanti altri elementi che consigliano, oggi, di compiere le scelte viste. Si pensi poi a certi casi passati nei quali alcuni satelliti "nucleari" caddero sulla Terra per cause varie contaminando realmente parti di oceano e altre zone del nostro pianeta.

Vediamo ora gli altri progetti sviluppati dal Planetary Robotics Laboratory

Figura 9: *Il Robot Work Crews afferra gli oggetti e li trasporta cooperando con altre unità simili*

Figura 10: *Alcuni esempi di cooperazione autonoma impiegata per il trasporto di barre*

ROBOT WORK CREWS (RWC)

Questi robot sono stati studiati per cooperare nel trasporto di oggetti e per collaborare in lavori che richiedono funzioni di spostamento di materiali. Si muovono su 4 ruote articolate su un sistema di sospensioni indipendenti, hanno

un robusto braccio meccanico e supervisionano i loro movimenti sul terreno con lo stesso metodo di visione 3D già visto sul Fido. Le operazioni di manipolazione sono invece controllate da una specifica camera indipendente. Il sistema è azionato da una CPU Pentium a 266 Mhz con 32 MB di RAM programmato a moduli in ANSI-C; lavora a 24 Volt ed è dotato di sensori inerziali e di accelerazione, di porte A/D, di encoders, ed altri sensori anch'essi simili a quelli già visti sul Fido, visto che quest'ultimo è il progetto di base sul quale sono stati sviluppati questi RWC. Il braccio manipolatore è dotato di una pinza che consente di afferrare delicatamente gli oggetti per posizionarli su un piano di sostegno sul dorso del rover. Il dorso presenta una cavità mobile che supporta quindi il carico distribuendone il peso sulle 4 ruote senza gravare sul braccio e sulle sue articolazioni. Tutti i movimenti compiuti dal braccio sono rilevati dall'esterno tramite potenziometri posizionati su ogni articolazione.

Ogni robot è studiato per lavorare con altre unità simili secondo una logica di controllo decentralizzato che impiega, per ragioni di economia energetica, solo comunicazioni di base per sincronizzare le attività principali. Essenzialmente la struttura di supervisione si basa sul controllo del comportamento dei robot in base alla formazione di trasporto richiesta, alla divisione del carico, al controllo dei pesi e al calcolo della direzione e della velocità di spostamento utilizzabile.

Ad oggi due unità cooperanti sono già operative e si sono distinte in operazioni di trasporto effettuate con diversi livelli di difficoltà. La capacità di adattamento alle condizioni dell'ambiente in funzione della configurazione di trasporto adottata è un elemento autonomo e deve considerare anche eventuali pendenze, spostamenti di carico per bilanciare i movimenti e per alleggerire il compito del compagno eventualmente in difficoltà. Le simulazioni sono state compiute su terreni con pendenze fino a 10° utilizzando come carico delle sbarre metalliche. Le stesse vengono trasportate dal luogo di prelevamento al luogo di destinazione in modo automatico secondo scelte "intelligenti" attuate autonomamente.

ALL TERRAIN EXPLORATION

Anche i rover di questo progetto sono studiati per cooperare e funzionare insieme per svolgere compiti definiti "ad alto rischio". Se da un lato le operazioni dei rover-robot sono limitate proprio per non rischiare, con questo progetto si cercano soluzioni per affrontare missioni nelle quali i rischi potrebbero rappresentare una condizione indispensabile per raggiungere determinati obiettivi scientifici. Ad esempio, potrebbe essere estremamente utile potersi calare all'interno di crateri o di canyon naturali ma questo richiederebbe al robot prestazioni che talvolta sono fisicamente impossibili da attuare. Lo sviluppo del progetto si è diviso in due distinti settori: con il primo sono state affrontate situazioni estreme ma gestibili da un solo rover facendo uso di assetti variabili e controbilanciando le pendenze con lo spostamento di un braccio meccanico, usato come contrappeso.

Il secondo fronte ha invece ideato i "cliff-bot" cioè dei robot scalatori che con l'aiuto di altri compagni riescono a calarsi per mezzo di corde. Il principio adottato è di per sé semplice e prevede la presenza di due "anchor–bot" posizionati all'esterno del bordo del cratere o del pendio che rilasciano due corde alle quali è assicurato il robot-scalatore. In questo modo, la cooperazione rende affrontabile qualunque pendenza e al limite consente anche di calare il cliff-bot all'interno di eventuali cavità nel sottosuolo nelle quali non c'è contatto con le pareti. Il sistema di controllo del rischio, capace di decisioni autonome, si basa sulla stessa architettura già vista sul Fido, flessibile piattaforma di base che garantisce diverse possibilità di sperimentazione.

LEMUR

L'ultimo progetto è il Lemur, il primo veicolo sperimentale che non si muove su ruote. Lemur è un

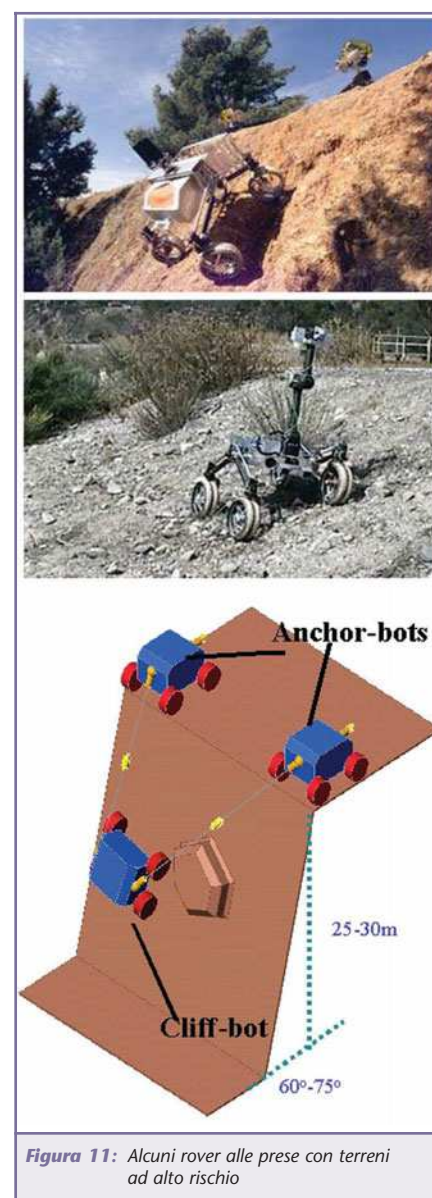



Figura 11: Alcuni rover alle prese con terreni ad alto rischio

piccolo e agile robot a sei zampe studiato per compiere operazioni di manutenzione e di ispezione. Le sue doti tattili gli consentono di muoversi anche su superfici particolari, come ad esempio griglie, tubi o altri spazi nei quali le ruote possono essere solo di impiccio.
Su ogni lato del robot ci sono tre zampe e la coppia di arti frontali è utilizzata, oltre che per la locomozione, anche per compiere delle operazioni di manipolazione. Le coppie di zampe centrali e quelle posteriori compiono movimenti su 3 gradi di libertà mentre la coppia anteriore dispone di un ulteriore livello di mobilità che consente di creare uno spazio di lavoro proprio davanti al robot. Tale spazio è controllato dal solito sistema di CCD stereo che assiste ogni operazione, come già visto sui robot precedenti. Nello studio degli arti, si è cercato di ridurre al minimo sia la parte meccanica che il peso mantenendo quelle caratteristiche indispensabili per i corretti movimenti del robot. Gli arti manipolatori, oltre ad essere sorretti da "spalle" sferiche, sono stati inoltre dotati di un sistema di sgancio rapido degli utensili (a baionetta) che consente l'impiego di una grande varietà di strumenti potenzialmente utili per lo svolgimento dei compiti di base del Lemur.

Figura 12: Il Lemur in movimento su una non facile struttura

Tra gli utensili principali ci sono delle "mani" dotate di 3 dita indipendenti con 3 articolazioni ciascuna, il "ball driver", una sorta di piede di appoggio che può anche diventare un utensile di supporto per alcune operazioni di riparazione e di assemblaggio e la "foot camera", un minuscolo microscopio che permette il controllo delle operazioni in spazi limitati grazie all'uso di fibre ottiche posizionabili. Il Lemur non è diverso dagli altri progetti è anch'esso basa il proprio hardware su un Pentium 266 MHz dotato del solito corredo multiplo di I/O. Tra i sensori utilizzati spiccano però quelli tattili, qui impiegati per ovvi motivi legati all'uso di arti.

CONCLUSIONI

Siamo giunti al termine di questa breve incursione nella robotica spaziale e spero sinceramente che le considerazioni fatte e le soluzioni viste in queste due puntate possano aver trasferito al lettore anche il lato umano che è parte fondamentale di ogni progetto. Le tecnologie, in questo settore, non sono mai usate a caso ma vengono ideate e studiate per operare in sinergia con tutto il sistema, per integrarsi perfettamente con la creatività, l'entusiasmo e l'analisi dei progettisti.
Chissà se quanto visto non ha già scatenato la vostra fantasia e voglia di sperimentazione... Se aspettate solo che si presenti qualche necessità od obiettivo reale da perseguire per realizzare "qualcosa", liberate la vostra creatività e utilizzate le numerose indicazioni già da tempo illustrata tra le pagine di Fare Elettronica.
Minisumo? Robot a 6 zampe?
Beam?
Strategie, creatività, tecnologie e soluzioni meccaniche daranno pane ai vostri denti fino a quando non sarete pronti per inviare i vostri progetti al PRL e conquistare insieme al mondo qualche altro pianeta!

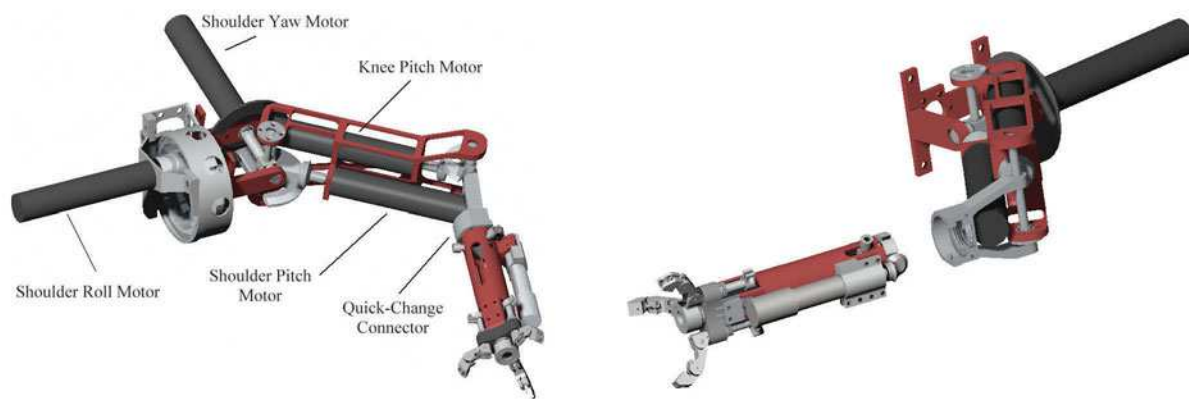



Figura 13: Le caratteristiche degli arti e dell'innesto a baionetta degli utensili

Controlli remoti GSM

Una serie di scatole di montaggio tecnologicamente all'avanguardia che sfruttano la rete GSM per realizzare dei dispositivi di controllo remoto adatti a qualsiasi esigenza di sicurezza o di attivazione/rilevamento a distanza.

Modulo Sony Ericsson GM47

GM47 Euro **180,00**

Il GM47 è un piccolissimo modulo GSM/GPRS dual-band di elevata affidabilità: impiegato per la realizzazione di sistemi integrati in diverse applicazioni, il GM47 permette una trasmissione dati ad elevata velocità sfruttando le caratteristiche della tecnologia GPRS.

Caratteristiche generali:

Alimentazione: 3,6V nominali (3,4V - 4,0V); assorbimento: da 5mA (modalità stand by) a 350 mA (durante trasmissione dati); supporto per SIMCard esterne (compatibile con gli standard 3V e 5V); Classe 4 (2W @ 900 MHz); Classe 1 (1W @ 1800 MHz); Circuito asincrono dati - non transparent fino a 9.6 kbps; Fax Gruppo 3, Class 1 e 2; GPRS Classe B (4+1), fino a 85.6 kbps; SMS: Testo e PDU; SMS: Point to point (MT/MO) ; dimensioni: 50 x 33 x 7,2 mm; peso: 18,5 g.

Set GM862PCS-Kit

GM862PCS-KIT Euro **180,00**

Il set denominato GM862PCS-KIT è stato messo a punto dalla Telit per consentire di realizzare facilmente un sistema remoto che, sfruttando la rete GSM/GPRS, possa inviare, come allegato di posta elettronica ad un indirizzo predefinito, l'immagine ripresa dalla minuscola telecamera dell'Agilent. Il set comprende il modulo GSM/GPRS tribanda GM862PCS e la telecamera digitale Agilent ADCM-2650 con il relativo connettore.

Videocontrollo con allarmi

Sistema di controllo remoto GSM completo di microtelecamera in grado di inviare, come allegato di posta elettronica ad un indirizzo predefinito, l'immagine ripresa in caso di allarme. Il circuito è dotato anche di microfono ambientale, rilevatore di presenza IR, sensore di movimento per impieghi automotive e ingressi di allarme supplementari. Il tutto su una piastra di dimensioni particolarmente contenute. Tutte le funzioni e le modalità operative sono configurabili da remoto. Il dispositivo non comprende l'antenna GSM ed il contenitore. Utilizza un modulo GM862PCS.

FT535 Euro **370,00**

Telecontrollo espandibile

FT512 Euro **255,00**

Consente di attivare, mediante normali SMS, più uscite, di verificare lo stato di esse, di leggere il valore logico assunto dagli ingressi digitali nonché di impostare questi ultimi come ingressi di allarme. Possibilità di espandere gli ingressi e le uscite digitali. Funziona anche come apricancello. L'apparecchiatura comprende anche il contenitore a guida DIN. Non sono compresi l'antenna e l'alimentatore. Utilizza un modulo Sony Ericsson GM47.

FT503 Euro **240,00**

Apricancello GSM

Il dispositivo è in grado di attivare un relè di uscita tutte le volte che riceve una chiamata da un telefono fisso o mobile precedentemente abilitato. Ideale da abbinare ad un cancello automatico per consentirne l'apertura mediante un telefono cellulare. La chiamata con la quale viene aperto il cancello non comporta alcun addebito. Gestisce oltre 200 numeri telefonici. L'abilitazione degli utenti viene effettuata con normali SMS. Utilizza un modulo Sony Ericsson GM47. Non sono compresi l'antenna e l'alimentatore.

Ascolto ambientale

FT507 Euro **280,00**

Sensibilissimo sistema GSM di ridotte dimensioni per l'ascolto ambientale. Può essere facilmente occultato all'interno di una vettura o utilizzato in qualsiasi altro ambiente. Possibilità di regolare la sensibilità microfonica da remoto, chiamata di allarme mediante sensore di movimento, accesso protetto da password. Nella versione standard non è compreso il sensore di movimento né l'antenna esterna GSM (disponibili separatamente). Utilizza un modulo Sony Ericsson GM47.

Demoboard per Sony Ericsson GM47

FT502 Euro **58,00**

Scheda di sviluppo e programmazione per i moduli Sony Ericsson GM47. Unitamente al pacchetto software M2mpower consente di realizzare in tempi brevi qualsiasi applicazione Wireless. La demoboard dispone di tre uscite seriali e di un connettore a 60 poli che rende disponibili all'esterno tutti i terminali del modulo GM47. Sono inoltre presenti quattro connessioni digitali di input e output, i led di segnalazione di stato della rete ed i connettori in/out audio. Il kit della demoboard non comprende il modulo GM47, l'antenna e l'alimentatore, disponibili separatamente.

Tutti i prezzi si intendono IVA compresa.

V. le Kennedy, 96 -20027 Rescaldina (MI)
Tel. 0331/576139-Fax. 0331/466686
www.futuranet.it

Maggiori informazioni su questi prodotti e su tutte le altre apparecchiature distribuite sono disponibili sul sito *www.futuranet.it* tramite il quale è anche possibile effettuare acquisti on-line.

ANTGSMPB-F Euro **29,00**

Antenna GSM900/1800 FME piatta

Antenna GSM piatta bibanda con connettore tipo FME e cavo di connessione lungo 3,2 metri.

ANTGSMPB-S Euro **29,00**

Antenna GSM900/1800 SMA piatta

Antenna GSM piatta bibanda con connettore tipo SMA e cavo di connessione lungo 3,2 metri.

ANTGSMSTL-F Euro **34,00**

Antenna GSM900/1800 FME a stilo

Antenna GSM bibanda a stilo con connettore tipo FME e cavo di connessione di 3 metri.

INTRODUZIONE ALLA ROBOTICA

di Massimiliano Bracci
m.bracci@farelettronica.com

"Robotica: scienza che studia la connessione intelligente tra percezione e azione mediante un sistema meccanico e un sistema sensoriale entrambi gestiti da una unità di governo."

La robotica rappresenta nell'immaginario collettivo una delle attività più affascinanti e coinvolgenti.
Data la grande varietà di forme, di metodi utilizzati per l' azionamento e di campi di applicazione, non è facile dare una definizione immediata e univoca del robot per cui ci si può limitare ad indicare genericamente il tipo di azione per la quale è stato predisposto oppure si possono mettere in evidenza le caratteristiche fondamentali di funzionamento, con particolare riguardo ai movimenti relativi ai suoi elementi mobili. Possiamo dire così che un robot è una macchina:

- che può sostituire l'uomo in diverse attività,
- che può essere programmato,
- che è in grado di memorizzare un certo numero di istruzioni date,
- che è flessibile, quindi in grado di eseguire operazioni differenti.

Per costruire e programmare un robot, il più semplice possibile, comunque è necessaria un'esperienza in numerosi campi, quali la meccanica, l'elettronica, l'informatica, la fisica e magari anche la biologia.

Di seguito verranno trattate tematiche inerenti l'ingegneria meccanica dei robot.

GENERALITÀ

Nel vasto panorama dell'automazione (con tale termine si intende quella tecnologia il cui obiettivo è quello di sostituire la macchina all'uomo in un processo di produzione, non solo per quanto riguarda le operazioni materiali ma anche per ciò che concerne le elaborazioni intelligenti delle informazioni sullo stato del processo), un ruolo fondamentale è svolto dai robot che consentono, con la loro struttura e i loro movimenti, assai simili a quelli di un braccio umano, di automatizzare e rendere più efficienti numerose operazioni rispetto a quelle dell'uomo. Lo sviluppo di unità elettroniche di controllo ad elevate prestazioni ha allargato il campo di applicazione a numerosi settori, facendo del robot uno strumento indispensabile ad una moderna e competitiva industrializzazione.
La struttura meccanica dei robot è costituita da una sequenza di ele-

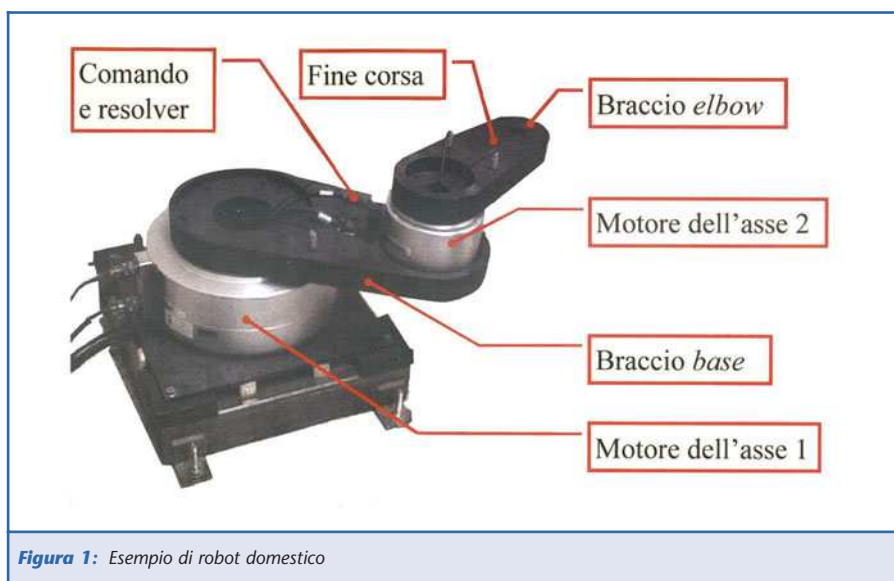



Figura 1: *Esempio di robot domestico*

menti meccanici connessi tra loro da giunti che ne consentono il moto relativo (figura 1).

In funzione dell'applicazione, della precisione e della ripetitività dei movimenti si usano comunque distinguere normalmente due tipi di meccanismi:

- **I manipolatori**: utilizzati solo per il carico e lo scarico di oggetti da una posizione ad un'altra, con la deposizione dei medesimi sempre in un punto, o in una serie di punti ben definiti.In genere, non richiedono una particolare precisione nel movimento e nel posizionamento del oggetto spostato.
- **I robot**: rispetto ai precedenti hanno la possibilità di variare rapidamente il ciclo di spostamento; funzionano in genere con traiettoria prefissata e permettono, con sistemi a retroazione, un controllo ed una regolazione istante per istante della posizione, della velocità e dell'accelerazione.

La flessibilità di un sistema robotizzato è espressa dalla facilità di modificare rapidamente il tipo di lavoro svolto senza la necessità di dover cambiare profondamente la macchina, anzi deve essere normalmente sufficiente modificare o sostituire il programma contenuto nel sistema di controllo del robot.
Secondo una definizione nel campo industriale maggiormente ricorrente, il robot è un "manipolatore riprogrammabile, multifunzionale, progettato per muovere oggetti".
Da questa definizione si deduce che le caratteristiche peculiari di un robot sono quindi:

a) La possibilità di manipolare oggetti.
b) Programmabilità.
c) Flessibilità.

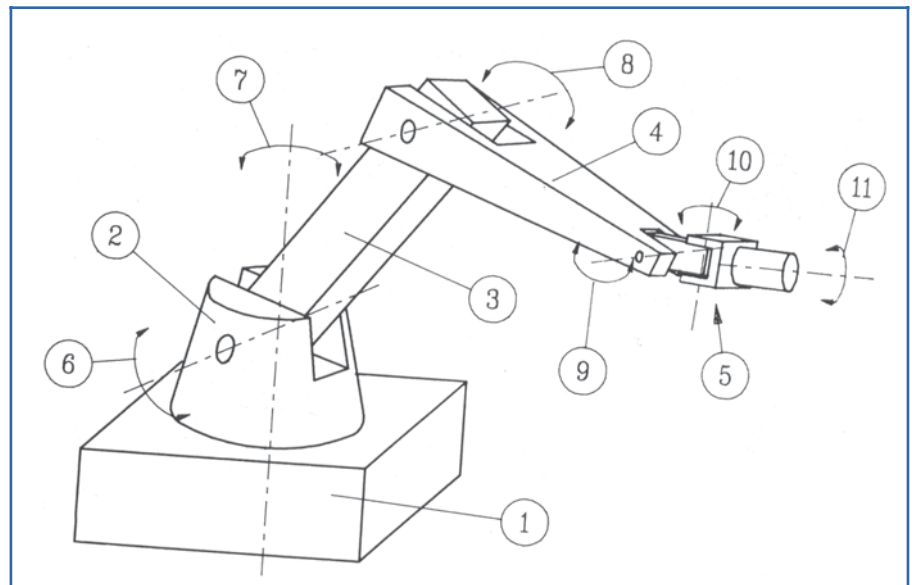



Figura 2: *Definizione antropomorfa delle parti di un robot*

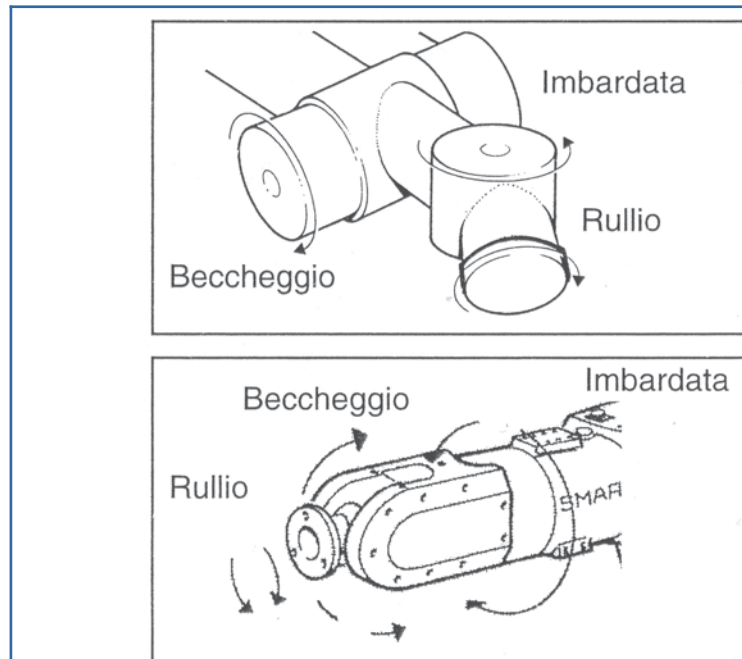



Figura 3: *I movimenti del polso*

Molto spesso questo tipo di macchina viene indicata con il nome di *robot antropomorfo*, proprio per l'analogia dei suoi movimenti con quelli del braccio dell'uomo; anzi per rafforzare questa somiglianza in questo tipo di robot, le varie parti ed i relativi movimenti vengono individuati con gli stessi nomi con cui sono indicati nel corpo umano (figura 2).

Le parti indicate sono:

1. 1 Piede
2. Spalla
3. Braccio
4. Avambraccio
5. Polso

I movimenti del braccio sono:

6. Oscillazione del braccio
7. Rotazione della spalla
8. Estensione del gomito

I movimenti del polso di rotazione, sono detti:

9. Beccheggio
10. Imbardata
11. Rollio

Questi movimenti si possono osservare anche in figura 3. In conseguenza alla loro forma e al tipo di movimentazione, i robot antropomorfi risultano essere i più versatili e quindi usati per svariate applicazioni. Un cenno ad un concetto importante: i robot si possono muovere nello spazio controllandone posizione ed orientamento. Un arbitrario spostamento di un corpo può essere ottenuto componendo dei singoli spostamenti fondamentali; ognuno di essi rappresenta un grado di libertà per l'oggetto. Con il termine gradi di libertà di un robot, quindi, si intende il numero di movimenti (talvolta denominati anche "numero assi") di cui il robot è dotato. È chiaro che maggiore è il numero di gradi di libertà, maggiore è la flessibilità e la complessità del robot stesso.

CARATTERISTICHE E STRUTTURE

Un robot deve essere in grado di raggiungere con il suo organo di lavoro un punto qualunque all'interno del proprio spazio d'azione ed è indispensabile che i meccanismi che assicurano i movimenti al robot siano in grado di offrire al sistema almeno 3 gradi di libertà. Tenendo poi conto che per eseguire il proprio lavoro la mano del robot non deve solamente essere posizionata in un particolare punto ma è indispensabile che, da questa posizione, essa possa agire verso una qualsiasi direzione liberamente orientata.Per la parte terminale risultano necessari altri 3 gradi di libertà. Per poter raggiungere quindi una posizione in un punto qualsiasi dello spazio il sistema deve possedere come minimo 6 gradi di libertà.

La figura 4 illustra le principali strutture con cui sono realizzati i robot industriali.
Esse differiscono fondamentalmente nella disposizione e nel tipo delle coppie cinematiche usate, che generalmente sono quella rotoidale e quella prismatica.

- *Robot a portale.* Comunemente chiamato robot cartesiano. Nello spazio ogni punto è raggiungibi-

Cilindrico
Polare
Articolato
SCARA
Cartesiano
A portale

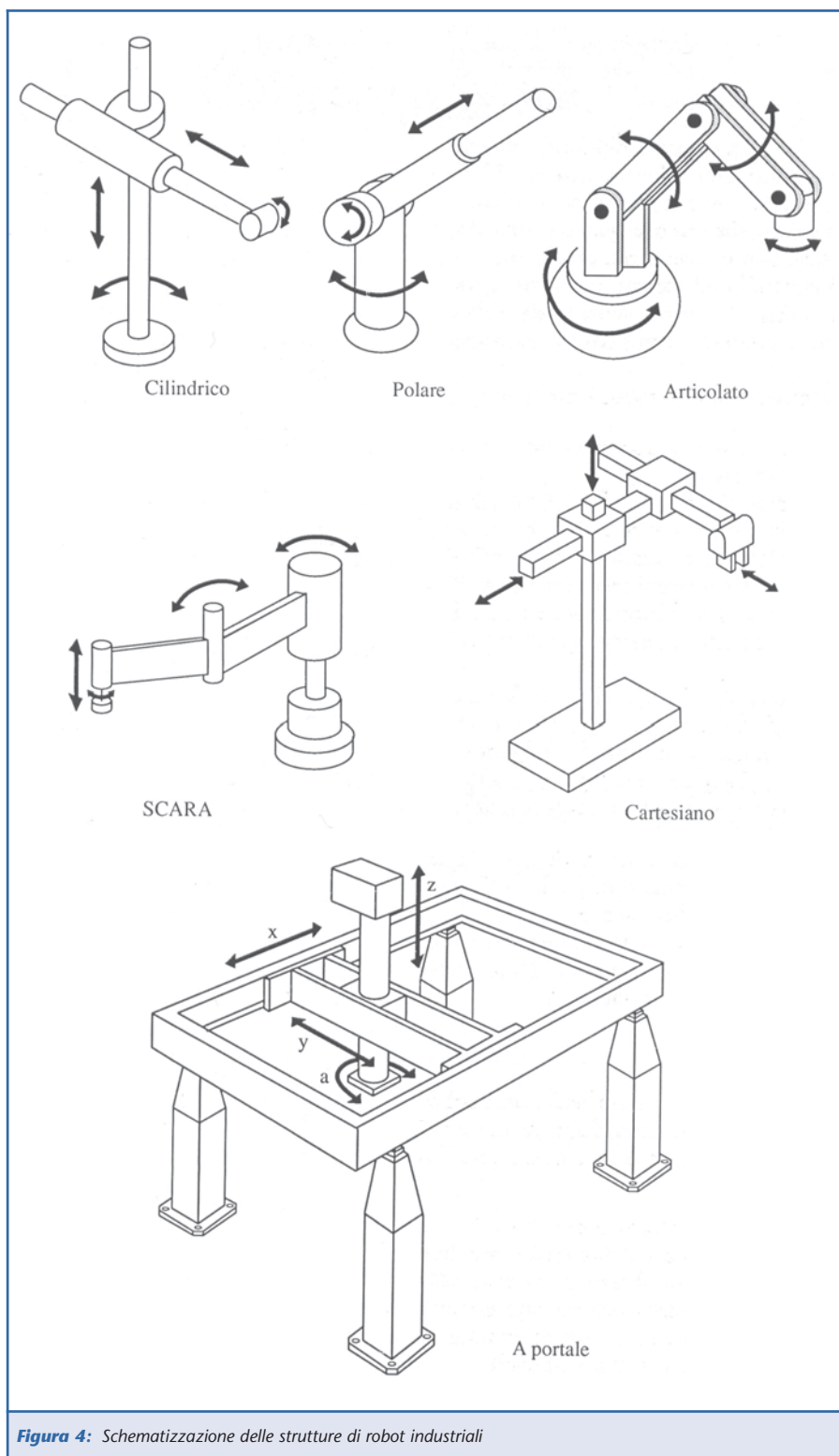



Figura 4: *Schematizzazione delle strutture di robot industriali*

le attraverso un comando con coordinate cartesiane. I tre movimenti principali sono realizzati da altrettante coppie prismatiche.
Solitamente presentano strutture ingombranti.

- *Robot a montante.*
  Cinematicamente sono simili ai robot cartesiani, ma il loro volume di lavoro può essere anche assai ampio grazie alla sua struttura.
- *Robot cilindrico.* È costituito da un asse rotatorio e due lineari; si chiama così in quanto ogni punto del volume utile di lavoro è individuabile con una terna di riferimento cilindrica.
- *Robot polare.* È costituito da due assi rotatori ed uno lineare ed i punti interni al volume utile di lavoro sono individuabili tramite una terna di riferimento polare. Esso ha una scarsa flessibilità operativa.
- *Robot articolato.* È sicuramente la struttura più versatile e maggiormente utilizzata. La sua configurazione si avvicina molto a quella di un essere umano, tanto che quando presenta un numero di gradi di libertà superiore o uguale a 5, viene anche detto antropomorfo. Anche se generalmente non presentano volumi di lavoro particolarmente estesi, possiede il notevole vantaggio di poter raggiungere i vari punti da qualsiasi direzione e con qualsiasi orientamento della mano.
- *Robot SCARA.* Sono robot espressamente costruiti per operazioni di montaggio automatico di piccoli componenti.
  Cinematicamente sono di solito costituiti da due movimenti rotatori attorno a due assi paralleli ed un movimento lineare lungo un asse verticale.

DEFINIZIONI PIÙ RIGOROSE

Negli ultimi anni lo sviluppo delle tecnologie nel settore della produzione manifatturiera, metalmeccanico e in quello attuale della medicina ha portato sempre più verso i principi dell'automazione flessibile.

Le capacità di impiego oggi sono infatti tra le più disparate; da applicazioni in ambienti ostili come quello spaziale e sottomarino nonché militare, ad applicazioni di servizio domestico e assistenza medica fino alle numerose applicazioni in campo puramente industriale.
I vari enti che si interessano a tale aspetto si sono quindi impegnati a rilasciare delle definizioni.

La definizione proposta dalla **ISO** (Interational Organization for Standardization) è la seguente: *Il robot è un manipolatore multifunzionale, riprogrammabile, con controllo di posizione a più assi in grado di movimentare materiali, pezzi, utensili, mediante operazioni programmate per una varietà di compiti.*

La classificazione proposta dalla **IFR** (International Federation of Robotic) ha distinto i robot industriali nei seguenti tipi:

- *Robot comandato in sequenza (con operazioni mai eseguite contemporaneamente).*
- *Robot comandati con traiettoria predefinita.*
- *Robot adattativi (dotati di sensori il cui interveto può modificare il programma che si sta eseguendo).*
- *Robot telecomandato (comandati a distanza ad esempio mediante onde radio).*

Nella classificazione Giapponese si usa il termine robot per indicare, oltre a dei manipolatori riprogrammabili, anche dei manipolatori non riprogrammabili. Più precisamente da parte della JIS (Japanese Industrial Standard) è stata proposta la seguente classificazione:

- *Manipolatore (controllato da un operatore mediante pulsantiera).*
- *Robot sequenziale (manipolatore che esegue una sequenza fissa, modificabile con difficoltà).*
- *Robot a controllo numerico (robot guidato da una macchina a controllo numerico).*
- *Robot intelligenti (robot dotati di sensori con capacità di interfacciarsi con il mondo esterno e che in base alle loro informazioni possono modificare le funzioni assegnate, per adattarle alle nuove).*

Nei prossimi articoli si passerà in rassegna ad una classificazione dei robot vista "da vicino" sia per quanto concerne la *meccanica strutturale* che la *cinematica di movimento*, descrivendo successivamente il *sistema di controllo*, le *capacità sensoriali* ed in fine accennando alla *architettura hardware* e alle tipologie di *programmazioni.*

BIBLIOGRAFIA

"Automazione industriale" – L. Rossi.
"Automazione" – E.Dabormia, G.B. Tornato.
"Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione" – F. Giusti, M. Santocchi.
"Controllo numerico e automazione" – M. Bartorelli.
"Automazione industriale" - G. Colombo.
"Organi di presa per robot" - G.Belforte.

in vetrina

PROTEUS:
L'UNICO SOFTWARE INDISPENSABILE PER LA PROGETTAZIONE ELETTRONICA

Dalla società inglese Labcenter, Elettroshop propone la suite Proteus, una soluzione completa per la progettazione elettronica comprendente uno schematic capture completo di simulatore mixed mode SPICE, PCB layout ed autorouter, perfetti per la progettazione, test e sbroglio dei circuiti elettronici.

Questo eccezionale prodotto, risultato di oltre 15 anni di continui sviluppi, è stato considerato il migliore di tutto il panorama EDA dalla rivista internazionale "Electronics World", in una recente analisi comparativa.
La suite Proteus include anche la tecnologia rivoluzionaria "Virtual System Modeling" (VSM, appunto), che permette la simulazione dei progetti a microcontrollore (Microchip, Atmel AVR, 8051, HC11, Basic Stamp), contemporaneamente all'elettronica necessaria al suo funzionamento. E' anche possibile interagire in tempo reale col progetto utilizzando appositi modelli animati di periferiche quali display a LED/LCD, tastiere ed interruttori, terminali RS232 ecc.
Il prodotto è garantito da un supporto tecnico dedicato e sono disponibili almeno quattro aggiornamenti all'anno, forniti mediante un adeguato servizio di abbonamento agli aggiornamenti.
Ma vediamo in dettaglio da cosa è composta la suite…

ISIS SCHEMATIC CAPTURE (MOLTO PIÙ DI UN PACCHETTO PER IL DISEGNO DI SCHEMI ELETTRONICI)

ISIS Schematic Capture è il cuore di Proteus. Si tratta di un software di disegno perfetto per la realizzazione di schemi come quelli che compaiono sulle riviste, molto accattivanti rispetto ai più "piatti" ed essenziali schemi elettrici prodotti normalmente dai CAD. Grazie alla possibilità di esportare da ISIS file grafici o passare l'immagine alla clipboard di Windows, è semplicissimo incorporare nei software di impaginazione gli schemi (o parti di schemi) per una ottimale generazione della documentazione tecnica.
Con ISIS è possibile definire stili di template applicabili sia gli aspetti grafici complessivi che alle librerie.

ISIS supporta la gestione di schemi multi foglio e gerarchici. E' possibile definire ed utilizzare appositi componenti che rimandano ad altre parti del progetto, e tutte le modifiche alla struttura potranno essere fatte in qualsiasi momento senza alcuna limitazione.
In ISIS la gestione dei bus avviene sia a livello di componente che di schema. I bus sono infatti indispensabili per risparmiare tempo nella stesura e spazio sul foglio, ed un'accurata gestione previene errori ed inutili lungaggini nel disegno.

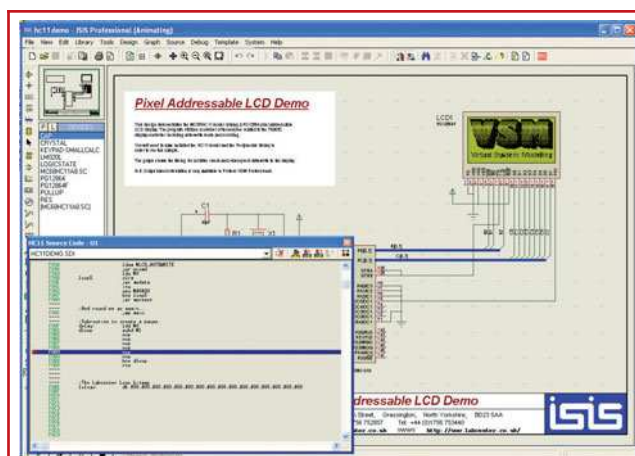



Figura 1: L'ambiente ISIS

Altra parte essenziale in un pacchetto per schematic capture è la libreriaa. ISIS viene fornito con oltre 8000 componenti, tra cui simboli standard come transistors, diodi, valvole termoioniche, TTL, CMOS, ECL, microprocessori e memorie, PLD, analog IC ed op-amp. Sono inoltre disponibili una serie di librerie specifiche per National

Semiconductor, Philips, Motorola, Teccor, Texas e Zetex. L'assegnazione della corrispondenza tra il simbolo dello schematico e quello del PCB è un'annosa questione. In ISIS viene brillantemente risolta grazie ad un apposito strumento che li visualizza contemporaneamente permettendone un accurato controllo. La gestione delle librerie è versatile in quanto permette la definizione di simboli ad elementi singoli (es. il timer 555), a multi elemento omogenei (es. 4 porte 7400) ed a multi elemento eterogenei (contatti e bobine dei relè).
ISIS supporta in modo nativo diversi formati di netlist per l'interfacciamento ai CAD più diffusi, inoltre è possibile generare netlist custom, elenchi materiali personalizzabili e liste di controllo sulla coerenza dei circuiti (ERC).

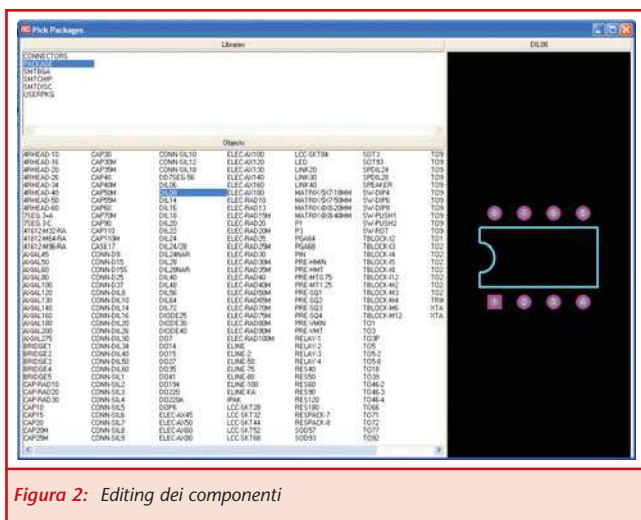



Figura 2: Editing dei componenti

PROSPICE (UN SIMULATORE MOLTO VICINO ALLA REALTÀ)

PROSPICE è costruito intorno allo standard SPICE, il simulatore analogico sviluppato dall'Università di Berkeley in California. Tuttavia, intorno a questo algoritmo, sono state fatte una serie di implementazioni per garantire in condizioni di simulazione mixed mode (analogico e digitale) il massimo delle prestazioni e dell'attendibilità dei risultati. PROSPICE garantisce la piena compatibilità con i modelli di simulazione SPICE forniti dai costruttori di componentistica, che sempre di più affiancano queste librerie alla loro tradizionale documentazione. Attualmente sono disponibili oltre 5000 modelli di simulazione già associati ai simboli di ISIS.

Con PROSPICE è possibile anche la modellazione delle logiche programmabili (PLD) e sono disponibili numerosi modelli delle più popolari logiche sul mercato all'interno della sua libreria. La possibilità di leggere direttamente le informazioni contenute nel file Jedec (generato dall'assembler) evita l'impiego di sistemi dedicati allo sviluppo delle logiche programmabili.

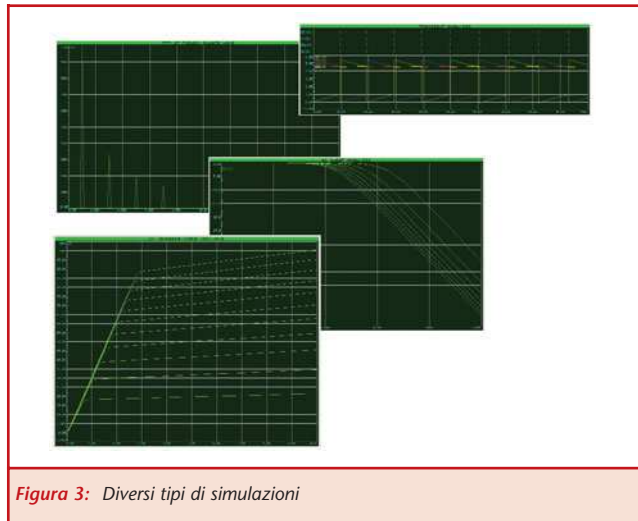



Figura 3: Diversi tipi di simulazioni

Il "valore aggiunto" di PROSPICE è l'animazione interattiva dei circuiti. Infatti, oltre al tradizionale grafico, è possibile controllare appositi simboli "animati" (es. interruttori, potenziometri) e verificare le variazioni su indicatori (es. LED, display 7 segmenti) dinamicamente e in tempo reale. E' anche possibile creare i propri simboli animati ed utilizzare i numerosi strumenti virtuali (voltmetri, amperometri, Oscilloscopio, Analizzatore di stati logici, Generatore di segnali, Generatore di pattern digitali) per un approccio intuitivo e decisamente simile al mondo reale.
Se i progetti includono microprocessori quali PIC, AVR, MCS8051/52, 68HC11 è possibile acquistare i moduli VSM addizionali per questi componenti. Questa avanzatissima tecnologia consente di **simulare completamente un progetto basato su microcontrollore**, inclusa tutta l'elettronica (sia digitale che analogica) a velocità che si avvicinano molto al real time (es. un 8051 a 12MHz può essere simulato con un Pentium II a 300MHz). Mediante l'opzione VSM è possibile fare il debug controllando i registri ed il contenuto della memoria, inserendo breakpoints o utilizzando la modalità a passi ed è persino supportato il debug ad alto livello!

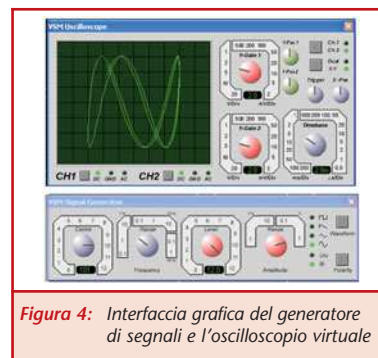



Figura 4: Interfaccia grafica del generatore di segnali e l'oscilloscopio virtuale

Quando si simulano circuiti complessi è importante concentrarsi sulle parti critiche che si intendono sottoporre ad un'attenta analisi. Per questo scopo PROSPICE considera solamente le parti del circuito comprese tra gli stimoli ed i probe, permettendo una perfetta focalizzazione del lavoro. Con PROSPICE è possibile creare dei propri modelli di simulazione utilizzando un apposito

ambiente integrato, mediante VSM API è invece possibile utilizzare le DLL di Windows programmando in C++ per disegnare componenti animati particolarmente complessi.
Un'ultima, ma non meno importante, caratteristica di PROSPICE, è la cosiddetta analisi di conformità. E' possibile infatti confrontare i risultati della simulazione con dati di riferimento pre-determinati, per verificarne la coerenza.

ARES (ADVANCE ROUTING & EDITING SOFTWARE)

ARES è il pacchetto software per la progettazione dei PCB che si integra perfettamente con ISIS attraverso le netlist che descrivono gli schemi elettrici generati dallo stesso ISIS. Integrando avanzati sistemi di posizionamento automatico dei componenti e di autorouting, ARES consente di risparmiare tempo nella progettazione dei PCB; in alternativa è sempre comunque possibile lo sbroglio manuale del circuito stampato.
Di seguito sono illustrate le caratteristiche principali di ARES.

Gestione di Netlist e Ratsnest
ARES consente il piazzamento dei componenti con una risoluzione fino a 10nm su una board di dimensioni massime di 20m. Durante l'operazione di piazzamento, vengono mostrati sia i vettori di forza sui singoli componenti, sia il ratsnest ovvero i collegamenti elettrici con gli altri componenti. Entrambi vengono automaticamente aggiornati in seguito al trascinamento di un componente ed il ratsnest viene aggiornato anche durante l'operazione di sbroglio. Il sistema è costantemente collegato ad ISIS in modo che una modifica apportata allo schema elettrico venga automaticamente riportata nel PCB. Viceversa uno scambio di pin od uno scambio di porte su di un componente, viene riportata anche nello schema elettrico.

Piazzamento e modifica di piste
Patendo dalle linee ratsnest è possibile aggiungere manualmente una pista che, una volta completata, comporterà la rimozione della relativa linea ratsnest. In ogni caso la pista è comunque modificabile ed è possibile ritracciare o cancellare qualsiasi parte della pista. Se la pista viene tracciata attraverso punti piuttosto stretti, come ad esempio tra due pad di un circuito integrato, il programma modifica automaticamente lo spessore della pista attenendosi comunque alle regole di progettazione impostate.

Piani di alimentazione e di potenza
Per progetti in cui sono in gioco potenze e correnti elevate, è possibile realizzare piste costituite da zone interamente ricoperte di materiale conduttivo. Se nella zona viene inclusa una pista esistente, il programma provvederà automaticamente a mantenere una distanza opportuna in accordo alle regole impostate. Una volta delimitata la zona si può scegliere se ricoprirla interamente o meno. È previsto anche il supporto per il rilevo termico.

Figura 5: Due diversi modi di riempimento delle "power zones"

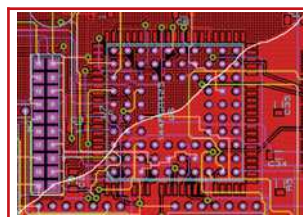
DRC
Il Design Rule Checks viene effettuato durante tutto i processo di sbroglio manuale e l'utente viene immediatamente avvisato se viene infranta una delle regole fisiche o elettriche precedentemente impostate. In qualsiasi momento è possibile fare una verifica totale a seguito della quale verranno visualizzati gli eventuali errori. Un doppio click su un errore ed ARES mostrerà in quale punto della board è stato rilevato tale errore.

Librerie di package
Con il programma viene fornito un grande numero di librerie di package per dispositivi "through hole" quali diodi, transistor, integrati e connettori. In ogni caso possono essere creati nuovi componenti da aggiungere alle librerie personalizzate.

Uscite per CAD/CAM
Oltre ad essere compatibile con le stampanti Windows, ARES è provvisto anche di driver HPGL per plotters a penna. È possibile esportare i file Gerber sia nel formato RS274D che nel più recente formato RS274X oltre al formato Excellon per la foratura. È possibile inoltre estrarre anche il file ASCII relativo al posizionamento dei componenti, adatto ai macchinari per il montaggio automatico. I file Gerber possono essere visualizzati con il viewer interno.

Posizionamento automatico
Utilizzando il posizionamento automatico dei componenti viene ridotto al minimo l'intervento dell'utente nella realizzazione del PCB. In alternativa è possibile utilizzare il posizionamento automatico a seguito del piazzamento manuale di particolari componenti critici.

Sbroglio automatico
Lo sbroglio automatico può avvenire su 8 layers con diversi spessori per le piste che vengono posizionate con angoli di 45° o 90°. La modalità "Rip-up&Retry" consente di rimuovere piste esistenti per consentire il passaggio di nuove garantendo così il completamento dello sbroglio.

Per ulteriori informazioni:
Elettroshop
Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504794 Fax 02.66508225
info@elettroshop.com - www.elettroshop.com

ORGANIZZA

I° WORKSHOP SUL DEVICE NETWORKING

In collaborazione con: **SENA TECHNOLOGIES**

Sessione Mattutina (09.00-13.00)

EMBEDDED INTERNET

Il corso permetterà al partecipante di apprendere nozioni sulla configurazione ed integrazione dei dispositivi Sena Technologies (www.hellodevice.it) serie HD1x00, Serie Super SS110, SS400, SS800

Argomenti principali della sessione:

- problematiche di connessione di apparecchiature e dispositivi elettronici alle reti TCP/IP
- I micro web servers Sena Technologies ed i loro possibili campi di applicazione
- tecniche per il controllo remoto e via web
- domande e risposte

QUOTA DI PARTECIPAZIONE € 99,00 + IVA*
COMPRESO UN MICRO WEB SERVER
MOD. HD1100 DEL VALORE DI € 125,00 + IVA

Sessione Pomeridiana (14.00-18.00)

L'INTERFACCIAMENTO DEI DISPOSITIVI SERIALI ALLE RETI LAN

Il corso permetterà al partecipante di apprendere nozioni sulla configurazione ed integrazione dei dispositivi Sena Technologies (www.hellodevice.it) serie Lite, Pro, STS, VTS.

Argomenti principali della sessione:

- la conversione Seriale/Ethernet semplice ed economica
- bridge di dispositivi seriali mediante LAN
- interfacciamento di dispositivi con diversi livelli di integrazione (dal modulo all'apparato multiporta)
- il console management
- domande e risposte

QUOTA DI PARTECIPAZIONE € 99,00 + IVA*
COMPRESO UN SERIAL/ETHERNET CONVERTER
MOD. LS100 DEL VALORE DI € 125,00 + IVA

ISCRIVITI AD ENTRAMBE LE SESSIONI AL PREZZO IRRIPETIBILE DI € 189,00 +IVA
compresi 2 sistemi del valore complessivo di € 250,00 +IVA (1 mod. HD1100 + 1 mod. LS100)

elettroshop ACADEMY

SCHEDA DI PREREGISTRAZIONE

Da compilarsi in ogni sua parte ed inviare via fax al n. 02 66508225 o per e-mail ad academy@elettroshop.com
È possibile iscriversi online all'indirizzo www.elettroshop.com/academy

Evento di*: ❑ Roma ❑ Milano ❑ Padova ❑ Torino

Nome e Cognome ______ Azienda ______

Via ______ Cap ______ Città ______ Prov. ______

Tel. ______ Fax ______ E-mail ______

Sessione Workshop:

❑ Mattutina (€ 99,00 + Iva compreso un sistema HD1100)
❑ Pomeridiana (€ 99,00 + Iva compreso un sistema LS100)
❑ Entrambe (€ 189,00 + Iva compreso un sistema HD1100 e un LS100)

Firma

Autorizzo il trattamento dei dati personali ai sensi della Legge 675/96

*Seguiranno dettagli sulle date degli eventi (I Workshop si terranno nei mesi di Aprile/Maggio 2004) e sulle modalità del saldo della quota di partecipazione

Scheda di richiesta abbonamento

FE - 226

Si, desidero abbonarmi a FareELETTRONICA a partire dal primo numero raggiungibile

Cognome ______________________ Nome ______________________

Azienda ______________________

Via ______________________ CAP __________ Città ______________________ Prov. __________

Tel. ______________ Fax ______________ email ______________________

Abbonamento: *(barrare la casella prescelta)*

❑ **Standard:** Mi abbono a Fare Elettronica per un anno (11 uscite) a soli € 39,00 anziché € 51,00

❑ **Rinnovo:** Sono già abbonato ed intendo rinnovare il mio abbonamento in scadenza. Fare Elettronica per un anno (11 uscite) a soli € 39,00 anziché € 51,00, il mio codice abbonamento è ______________

❑ **Regalo:** Regalo ad un amico Fare Elettronica per un anno (11 uscite) a soli € 35,00 anziché € 51,00 ***Riservato agli abbonati***, il mio codice abbonamento è ______________

❑ **Scuole:** Cinque abbonamenti a Fare Elettronica per un anno (11 uscite) a soli € 156,00 anziché € 195,00 ***Riservato a Scuole ed Università***

Pagherò con: *(barrare la casella prescelta)*

❑ **Bollettino postale** Utilizzare il **C/C N. 22790232** intestato ad **Inware srl**, indicando nella causale **"Abbonamento a Fare Elettronica"**

❑ **Bonifico bancario** Appoggiarlo sulla banca: **Poste Italiane**
CIN: Z - ABI: 07601 - CAB: 01600 - C/C: 000022790232

❑ **Carta di credito** VISA MasterCard
Titolare: ______________________
Numero: ______________________ Scadenza: ___ / ___

Per completare l'attivazione dell'abbonamento, prego comunicare gli estremi (data e modalità prescelta) dell'avvenuto pagamento via telefono al numero (+39) 02.66504794 o via fax al numero (+39) 02.66508225

Firma ______________________

Abbonati subito!

- Compila il coupon e invialo via fax al numero 02.66508225
- Abbonati on-line: www.farelettronica.com
- Spedisci questo coupon in una busta chiusa a INWARE Edizioni Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
- Chiamaci al numero 02.66504794